

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE VETERINARIA
Departamento de Sanidad Animal



TESIS DOCTORAL

**Apicultura movilista como complemento al desarrollo
económico, académico y científico en Ghana**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Miguel LLorens Picher

Directora

Aránzazu Meana Mañes

Madrid 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Sanidad Animal



**APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL
DESARROLLO ECONÓMICO, ACADÉMICO Y
CIENTÍFICO EN GHANA**

TESIS DOCTORAL

Miguel Llorens Picher

2017

Dirigida por Dra. Aránzazu Meana Mañes

El trabajo presentado en esta memoria de Tesis Doctoral se ha realizado en el Departamento de Sanidad Animal de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), bajo la dirección de la Doctora Aránzazu Meana Mañes, siendo el resultado de dos convenios de colaboración. El primero de ellos firmado entre el Excmo. Sr. D. Juan Ferrera Cuesta, Vicerrector de Relaciones Institucionales y Relaciones Internacionales, en representación de la Universidad Complutense de Madrid, actuando por delegación del Rector según Decreto Rectoral 57/2011 de 7 de junio, y el Sr. D. Antonio Rodríguez Barberán, Director Comercial de EADS-CASA Construcciones Aeronáuticas S.A., en calidad de representante legal acreditado con poder notarial bastante. El segundo, firmado entre el Excmo. Sr. D. Juan Ferrera Cuesta y el Sr. D. Werner Hohl, Manager General de BeeVital GmbH, compañía registrada en Salzburgo, Austria.

Durante el desarrollo de este trabajo de tesis se han realizado cinco periodos de estancia en el Animal Health and Production College de Ghana, bajo la supervisión del Doctor Eric Obeng Bempong, director de la institución. También se han realizado estancias en el Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA), adscrito al Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal (IRIAF) de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, bajo la supervisión de los Doctores Dr. Mariano Higes Pascual y Dra. Raquel Martín-Hernández.

ARÁNZAZU MEANA MAÑES, doctora en Veterinaria.

Informa:

Que Miguel Llorens Picher, licenciado en Veterinaria, ha realizado bajo mi dirección y asesoramiento el presente trabajo titulado “Apicultura movilista como complemento al desarrollo económico, académico y científico en Ghana”, que considero reúne las condiciones de calidad científica necesarias para optar al grado de Doctor por la Universidad Complutense.

Que como resultado de este trabajo se ha publicado hasta el momento un artículo en una revista del Science Citation Index: Apidologie.

Que durante la realización de este trabajo se han presentado dos posters y tres comunicaciones orales a congresos nacionales e internacionales.

De lo que informo en Madrid, a 18 de abril de 2017.

Fdo. Aránzazu Meana Mañes.

Profesor Titular de la UCM.

I travelled the world to find it was just around the corner
Anonymous (seen at the British Library, London)

*A mis padres, que me lo han dado todo
A mi hermana, a quien amo y admiro*

*A la memoria de mi Lila y mi Tutor
De ellos aprendí a amar el conocimiento y la naturaleza*

Agradecimientos.

Estas han sido las líneas más difíciles de escribir. Están escritas desde un lugar distinto al resto, con la satisfacción que produce poder mostrar mi reconocimiento a todas esas personas que, de un modo u otro, han ayudado a que este trabajo pudiera realizarse o han contribuido a mi formación durante estos años de investigación.

Este trabajo no puede entenderse sin la persona que lo ha dirigido, la Dra. Aránzazu Meana, Arancha, mi jefa. A ella quiero agradecer su guía y su consejo, su trabajo y su dedicación constantes; sin ella nada de todo esto existiría. Arancha, gracias por todo lo que me has enseñado y por todo lo que me has dejado aprender, pero sobre todo, gracias por haber sido capaz de no dejar de sorprenderme nunca. Han sido cinco años de ideas (cientos de ideas, puede que miles), años de muchos proyectos, de muchos éxitos y de pocas decepciones. Años de gran aprendizaje por mi parte y de un continuo crecimiento personal. Gracias por la pasión y por la entrega con la que emprendes cada uno de tus proyectos. Con ese ímpetu te has dedicado a mi formación durante este tiempo, ofreciéndome tu confianza desde el primer día, haciéndome partícipe del proceso de creación de ideas, de su crítica y de la toma de decisiones. Has compartido de forma generosa los aciertos, reforzándome en mis errores para que siempre fuesen una razón para aprender. Gracias por entender la formación de un doctorando como un proceso de aprendizaje integral, en el que me has enseñado todo lo que sabes de forma generosa y me has hecho saber que tú también has aprendido de mí. Gracias por todo ello.

Si echo la vista atrás, vienen a mi memoria miles de momentos y anécdotas que hemos vivido juntos. Solo voy a recordar un momento que sucedió en una de nuestras interminables conversaciones mientras estábamos perdidos por algún punto de la geografía ghanesa. Me dijiste: “haz que tu paso por este planeta sirva para algo”. Espero que lo que tenga que venir cumpla con ese deseo.

Hay una segunda persona a quien quiero agradecer de forma especial la presentación de este trabajo, la Dra. Maite Cutuli. Fue ella quien propició que mi camino y el de mi directora de Tesis se cruzasen. Maite, gracias por creer en mí, por escucharme siempre que he acudido a tu despacho en busca de consejo, primero como alumno en mis años de licenciatura, posteriormente como Veterinario en busca de un camino que recorrer y finalmente durante estos años de doctorado. Gracias por ponerme en contacto con Arancha, pues ese gesto me ha permitido vivir una etapa apasionante de mi vida. Siempre te has mostrado cercana y sincera, y por más que pasan los años sigo viendo esa misma dedicación con tantos y tantos alumnos que pasan por tu despacho. Gracias por ello. Por entender la profesión de Profesor de Universidad como lo haces. Y por todos estos años de cariño y admiración mutua.

Quiero y debo agradecer a los financiadores de este proyecto todo el apoyo recibido. A la Universidad Complutense de Madrid le agradezco la cobertura legal e institucional que nos ha dado para permitir nuestros desplazamientos a Ghana y la realización de todas las actividades que aquí se presentan. A Airbus Defence & Space, antigua EADS-CASA, le agradezco la financiación de este trabajo. A BeeVital GmbH, y en su nombre a D. Dominik

N. Hohl, le agradezco todas las facilidades ofrecidas para la realización del ensayo clínico piloto que aquí se presenta. Gracias por permitirnos analizar vuestro producto, por ayudarnos en la elaboración del protocolo de ensayo, por el apoyo económico dado y por confiar en nosotros. Espero que podamos trabajar juntos de nuevo pronto.

Quiero también dar las gracias a la Facultad de Veterinaria, que ha sido mi casa estos años, así como a los distintos Decanos y Directores del Departamento de Sanidad Animal que han ocupado ese cargo durante la realización de este trabajo. Gracias por vuestro apoyo y por las donaciones realizadas.

To the people of Ghana. To all those I that have met during my way and would not be mentioned in this words. This success is also yours. I cannot put down in words all the joy lived during these years. Having the opportunity to carry out this project in your lovely country has been the biggest adventure of my life so far.

To Desmond Murtala, the Ghanaian heart of this project. I truly admire your vocation of living a life of service, and the determination that moves you to achieve a better live for those around you. I want to thank you for all what you have done for me, and for the help offered to reach our goals. Thanks to our long conversations on all kind of topics I get to know your country, your culture, and your way of doing the things in a better way. I've been truly lucky to meet you.

Our project in Garu-Tempane owe thankfulness to the beekeeping monitors. To Charles, Edward and to the memory of Felicia. Thank you for believing in beekeeping as a mean to alleviate poverty and to improve the opportunities for rural development. Thank you for motivating your communities to participate in this adventure, and for all the help given with your work.

Special thanks to the support received from all the staff members and students of the Animal Health and Production College in Pong-Tamale. To the Dean of the College, Dr. Eric Obeng Bempong, thank you for the care you have offered to me and to the project. Since the very first day you took me into your home as a member of your family, and always offered me all what you had. My gratitude for your guidance and for your way of making things effectively easy. Please never lose your enthusiasm and your sincere smile. And to Mrs. Faustina Polkuraf, who is also a key person for the project in Pong-Tamale. We should all have the same love for the veterinary profession as you have, always ready to learn and improve for a better training of your students. Thank you for your passion to this project, and for all the love you have always offered me. Working with people like you is not just a privilege, it makes this project meaningful.

To all the staff members of the Central Veterinary Laboratory, thank you for opening the doors of your labs to me and my colleagues. And to Mr. Ernest Odonkor, for your enthusiasm to learn, your love to the honey bees, and your generous support to the diagnosis laboratory.

During my time in Ghana I had the opportunity to meet many beekeepers without whose support this work would have not been possible. Special mention to Mr. Christopher

Campion, Dr. Kwame Aidoo, Mr. Patrick Newman and Mr. Devine Odonkor. Your help during the national sampling was decisive, it was a fortune that we met on our way. Special thanks to Mrs. Marieke Mutsaers, the person who gave me the key contacts in Ghana for this sampling.

Finally, my stay in Ghana would have not been the same without one very special person: Mr. Peter Cobb. Since we met in my first trip something special grew between us. We get to call each other "brothers", and we get to believe I was a Ghanaian into a white body and you were a Spaniard inside the body of a black man. Getting to know you was one of the biggest presents I have received during this time. You really are part of our team, as there is a key piece of this work that without your help, your drives, and your deep knowledge of the Ghanaian people and their languages would have not been possible. Thank you for let me be your brother. You are mine.

En estos agradecimientos ocupan un lugar muy especial las personas que me han acompañado en mis estancias en Ghana, pues he tenido la suerte de estar acompañado de grandes amigos y su contribución a este trabajo merece todo mi reconocimiento.

Quiero dar las gracias a Alejandro Bohórquez, mi compañero de Tesis durante mis primeros años en la Facultad de Veterinaria, por todos los buenos momentos que hemos vivido juntos, ya fuera muestreando caballos en Doñana, en nuestras jornadas de trabajo en Marchamalo o en nuestros días en Ghana. Gracias por acompañarme y por ayudarme con todo el trabajo del proyecto, y por tu amistad tu confianza a lo largo de estos años.

Doy las gracias a Gonzalo Taibo, quien me acompañó durante una buena parte del muestreo. Gracias por formar parte del equipo y por estar siempre presente hasta el final de cada jornada de trabajo como uno más. Gracias por enfrentarte al respeto que te producen las abejas. El paso de los años me ha permitido apreciar mejor el esfuerzo que para ti supuso este viaje y por ello te doy las gracias, porque a veces desde la diferencia se aprenden las lecciones más valiosas.

A mi amigo Caspar Thiel. Gracias por ser el compañero perfecto de viaje, por acceder sin pensarlo a acompañarme en esta aventura, por disfrutar y hacerme disfrutar de todos y cada uno de los kilómetros recorridos, por ser capaz de generar los silencios más cómodos, por tu profesionalidad y empeño en todo el proceso creativo en torno a los módulos docentes, por llegar a amar esta idea, pero sobre todo por apasionarte por las abejas y por la gente de Ghana.

La última de las personas que quiero mencionar en este punto es mi amiga Toyita. En uno de los momentos más complicados de todo este proceso de investigación viniste a recordarme la ilusión por las pequeñas cosas, la sorpresa ante lo diferente y la alegría de maravillarse ante lo nuevo. Gracias a ti pude recordar lo afortunado que he sido al realizar este trabajo. Además, tu ayuda durante la realización del ensayo clínico fue determinante y poder confiarte parte del trabajo ha sido una de mis mayores suertes. Te admiro, lo sabes, y te doy las gracias porque durante todos estos años de amistad siempre he podido contar contigo.

Parte de mi formación científica debo agradecerla a la Dra. Raquel Martín y al Dr. Mariano Higes. Gracias por todas las discusiones científicas que hemos tenido y en las que tanto he aprendido, por las jornadas de trabajo compartido en el campo o en el laboratorio, y por estar siempre disponibles. Gracias por la libertad que me habéis dado para ser dueño de mi investigación y por permitirme formar parte de vuestros equipos de trabajo en Marchamalo como uno más. Gracias por todo ello. Raquel, gracias también por acompañarnos en uno de nuestros viajes. Parte de este éxito es tuyo.

A los Dres. Guadalupe Miró, Sonia Olmeda, Félix Valcárcel y Teresa Gómez, con quien he compartido todos estos años de trabajo en la Facultad de Veterinaria, les quiero dar las gracias por todo el cariño que me han demostrado durante estos años así como por permitirme aprender algo de la ciencia que dirigen. A las Dras. Pilar de la Rúa e Irene Muñoz les quiero agradecer su apoyo en la realización de parte de los análisis moleculares de este trabajo, así como su amabilidad a la hora de ayudarme a interpretar los resultados.

Finalmente, durante este tiempo ha habido un grupo de personas que, sin haber intervenido de forma directa en el desarrollo del trabajo o en mi formación científica, me han ayudado de una u otra forma en mi camino. A ellas quiero dedicar la parte final de mis agradecimientos.

A todas mis compañeras de laboratorio durante estos años (Julia, María, Ana, Rosa, Rocío y Valentina) por todos los buenos ratos pasados dentro y fuera del laboratorio. Gracias especiales a Julia, mi compi, por esa forma única que tienes de hacer feliz a quien te rodea, por cuidarme tanto todos estos años, por tener siempre una palabra de ánimo o una sonrisa cómplice, y por todas las horas de buena música.

A toda la gente con la que he tenido el gusto de coincidir en Marchamalo (Cristina, Almudena, Sole, Tamara, Teresa, Virginia, Carmen, María, Javier, Jesús y M^a Carmen). Quiero dar las gracias de forma especial a Cristina Rodríguez, mi gemela de Tesis, por hacer que remontar el vuelo durante la escritura de esta memoria fuera tan fácil como hacer una llamada de socorro, por ayudarme con todos los análisis moleculares y por hacerme pasar momentos fantásticos dentro y fuera del laboratorio. Gracias a Javier Almagro y a Jesús García, con quienes he compartido muchas horas de trabajo en el campo, por haberme permitido aprender tanto sobre manejo apícola y sobre todo por el excelente humor que habéis tenido siempre a la hora de trabajar. Hacéis que las cosas sean fáciles y eso merece todo mi reconocimiento.

A Carmelo Salvachúa, por iniciarme en la apicultura y ser capaz de transmitirme toda su pasión por este mundo. Gracias por tu apoyo en mis primeros pasos.

Gracias especiales a Abby Rodríguez. A veces resulta difícil encontrar gente que entienda que trabajar en cooperación no tiene nada que ver con practicar beneficencia, y que este tipo de acciones se fundamentan en un firme compromiso personal. Gracias Abby por dedicar tu tiempo a poner a punto todos los ordenadores que donó la Facultad de Veterinaria de forma desinteresada. Su uso ha ayudado a mucha gente durante estos años y eso ha sido gracias a ti. Gracias también por toda la ayuda que me has prestado estos años y que va mucho más allá de tu compromiso laboral.

To Julia Felbar, for her support during the edition of the videos. Thank you for offering your voice to them.

A Reyes y a Flora, dos personas fundamentales para entender la vida en el Departamento, os quiero agradecer el trato que he recibido de vuestra parte durante todo este tiempo. A Pascual, siempre sonriente y dispuesto, gracias por tu apoyo en el laboratorio en tantos y tantos momentos.

A Carmen Muñoz y Mar Sanz. Os lo he dicho cuando he tenido la oportunidad y quiero volver a hacerlo: sois parte de lo mejor que tiene la Facultad de Veterinaria. Gracias por enseñarme tanto sobre búsqueda bibliográfica y gestión de la información. Hoy en día es imposible desarrollar una carrera científica sin dominar estas herramientas y vosotras hacéis que aprenderlo sea posible. Lo hacéis además con el mejor de los tratos humanos posibles y con una predisposición inmejorable. Gracias por ello.

A mis amigos, pues tengo la suerte de poder contar con muchos. Todos ellos, de una u otra forma, me han apoyado en este camino. A mis amigos de Alcoy, mis amigos Veterinarios y mis amigos del Swing. Gracias por interesaros por mi trabajo, por preocuparos por mí las veces que estaba de viaje, por apoyarme en los momentos más bajos, por compartir mi fascinación por la apicultura y aguantar mis largas charlas sobre el curioso mundo de las abejas. Sois un apoyo fundamental en mi vida y formáis parte de mi familia. Gracias a todos y cada uno de vosotros.

A mis padres. Os debo todo. A vosotros dedico este trabajo y os quiero agradecer el apoyo que siempre he recibido de vuestra parte. Gracias especialmente por respetar mis decisiones, especialmente aquellas que no compartís.

A mi hermana, te quiero.

ÍNDICE

RESUMEN	Xi
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1 DE LA CAZA DE LA MIEL AL USO DE LA APICULTURA EN PROYECTOS DE DESARROLLO	3
1.1.1 ORÍGENES DE LA APICULTURA	3
1.1.2 EL APROVECHAMIENTO GANADERO DE LAS ABEJAS	6
1.1.3 LA APICULTURA COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO RURAL	9
1.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE APICULTURA MOVILISTA RURAL EN GHANA	15
1.2.1 CONTEXTO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL PAÍS	15
<i>Realidad económica y social de Ghana</i>	17
<i>Caracterización del sector apícola de Ghana</i>	24
1.2.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	30
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	35
2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y OBJETIVOS	37
<i>Objetivo general y objetivos específicos</i>	41
2.2 DISEÑO DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN: LÓGICA DE LA INTERVENCIÓN	42
<i>Cronograma de actividades</i>	43
<i>Descripción de las contrapartes</i>	44
<i>Descripción de los beneficiarios</i>	45
2.3 ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO	47
<i>Visibilidad de la cooperación</i>	54
3. MATERIAL Y MÉTODOS	55
3.1 RE-EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO TRAS SU APROBACIÓN	58
<i>Nueva lógica de la intervención</i>	59
<i>Nuevo cronograma de actividades</i>	60
3.2 MATERIAL Y MÉTODOS	61
4. CAPÍTULO I	63
APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO ECONÓMICO	
4.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS	67
<i>A1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola</i>	67
<i>A2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo Kenya Top Bar</i>	70
<i>A2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas</i>	74

A2.3 Acondicionar una nueva mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad requeridos	74
4.2 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN	76
4.3 BENEFICIOS COLATERALES DE LA ACTIVIDAD	91
5. CAPÍTULO II	93
APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO ACADÉMICO	93
5.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS	97
A3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC	97
A3.2 Proporcionar material docente actualizado	100
A4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico	102
A4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación	104
A4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación	105
A4.4 Dotar material para el manejo apícola	106
A5.1 Impartir unas jornadas de iniciación a la apicultura para los alumnos interesados	107
5.2 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN	109
6. CAPÍTULO III	119
APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO EN ÁFRICA	119
6.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	122
6.1.1 SUB-ESPECIES AFRICANAS DE <i>APIS MELLIFERA</i>	123
6.1.2 IMPORTANCIA DE LAS ABEJAS PARA EL CONTINENTE AFRICANO	126
Importancia de los productos de las colmenas de <i>A. mellifera</i>	126
Importancia de los servicios de polinización de las colmenas de <i>A. mellifera</i>	129
6.1.3 LA CRISIS DE LOS POLINIZADORES Y SUS IMPLICACIONES PARA ÁFRICA	131
Principales amenazas sobre los polinizadores	132
Pérdidas de colmenas de abejas melíferas domésticas	136
6.1.4 DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS Y PLAGAS EN EL CONTINENTE AFRICANO	138
Distribución de agentes patógenos artrópodos parasitarios de <i>A. mellifera</i>	141
<i>Varroa destructor</i>	141
<i>Acarapis woodi</i>	148
Otros artrópodos parasitarios: <i>Tropilaelaps</i> spp.	149
Distribución de agentes patógenos infecciosos de <i>A. mellifera</i>	151
Bacterias: <i>Paenibacillus larvae</i> y <i>Melissococcus plutonius</i>	151
Microsporidios: <i>Nosema</i> spp.	154
Otros hongos: <i>Ascosphaera apis</i>	157

Virus	157
Distribución de agentes que suponen una plaga para colonias de A. mellifera	159
6.1.5 CONTROL DE LOS PATÓGENOS Y PLAGAS PRESENTES EN EL CONTINENTE AFRICANO	160
Medidas de manejo zootécnico y biosanitario para el control de patógenos y plagas	161
Tratamientos específicos para el control de patógenos y plagas	162
Control de agentes patógenos artrópodos parasitarios de A. mellifera	162
Control de agentes patógenos infecciosos de A. mellifera	162
Control de plagas de A. mellifera	163
6.1.6 AGENTES NOSÓGENOS ABIÓTICOS: PLAGUICIDAS	164
6.2 MUESTREO NACIONAL	166
6.2.1 MATERIAL Y MÉTODOS	167
Toma de muestras	168
Encuesta a los apicultores	169
Detección de patógenos: análisis macroscópicos y moleculares	170
Extracción del ADN	170
Análisis moleculares	170
Identificación molecular del linaje de las abejas y del haplotipo de los ácaros	171
Extracción del ADN	171
Análisis del ADN mitocondrial de las abejas	172
Análisis del ADN mitocondrial de los ácaros	172
Análisis de plaguicidas en cera y polen almacenado	173
Análisis estadístico	173
6.2.2 RESULTADOS	174
6.2.3 DISCUSIÓN	179
6.3 ENSAYO PILOTO	186
6.3.1 MATERIAL Y MÉTODOS	187
Justificación y diseño experimental	187
Justificación del diseño experimental elegido	187
Diseño experimental	188
Descripción de los animales en estudio	191
Selección de los animales para el estudio	191
Criterios de inclusión	192
Criterios de exclusión	192
Criterios de exclusión post-inclusión	193

Tratamientos	194
<i>Identificación de los tratamientos del ensayo</i>	194
<i>Identificación de los tratamientos concomitantes permitidos y no permitidos</i>	196
Cronograma de procedimientos	196
Destino de los animales del estudio, de sus productos y de los tratamientos empleados	197
Acontecimientos adversos	197
Estadística	198
6.3.2 RESULTADOS	198
6.3.3 DISCUSIÓN	205
CONCLUSIONES	211
BIBLIOGRAFÍA	215
ANEXOS	237
ANEXO I. Galería fotográfica del proyecto	239
ANEXO II. Transcripción de las entrevistas orales para la evaluación del proyecto	249
ANEXO III. Informe sobre el taller teórico-práctico realizado en <i>Pong-Tamale</i>	261
ANEXO IV. Diseño del curso de diez unidades para la iniciación en apicultura	269
ANEXO V. Protocolos de diagnóstico para el laboratorio	289
ANEXO VI. Documentación del envío de material de laboratorio	301
ANEXO VII. Artículo científico publicado en <i>Apidologie</i>	315
ANEXO VIII. Protocolo previsto para el ensayo clínico. Datos de campo	325

LISTADO DE ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
µl	micro litro
ABPV	Acute Bee Paralysis Virus
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo
AEMPS	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios
AHPC	Animal Health and Production College
AOD	Ayuda Oficial al Desarrollo
BQCV	Black Queen Cell Virus
CBPV	Chronic Bee Paralysis Virus
CCD	Colony Collapse Disorder
CEAR	Comisión Española de Ayuda al Refugiado
CEN	European Committee for Standardization
CIAPA	Centro de Investigación Apícola y Agroambiental
COLOSS	Prevention of honey bee Colony Losses
CVL	Central Veterinary Laboratory
CVMP	Committee for Medicinal Products for Veterinary Use
DAFO	Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades
DDHH	Derechos Humanos
DWV	Deformed Wing Virus
EAEVE	European Association of Establishments for Veterinary Education
EMA	European Medicines Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization's Statistical Programme
FMI	Fondo Monetario Internacional
FVE	Federation of Veterinarians of Europe
g	gramo
GSGDA	Ghana Shared Growth and Development Agenda
h	hora
IAPV	Israeli Acute Paralysis Virus
ICEX	Instituto Español de Comercio Exterior
KBV	Kashmir Bee Virus
KNUTS	Kwame Nkrumah University for Science and Technology
LC-MS/MS	Liquid Chromatography-Mass Spectrometry
MAEC	Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación del Gobierno de España
min	minutos
ml	mililitro
mm	milímetros
MoFA	Ministry of Food and Agriculture
NDPC	National Development Planning Commission
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
OMC	Organización Mundial del Comercio
PCR	Polymerase Chain Reaction
PISA	Programme for International Student Assessment
PIV	Producto de Interés Veterinario
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
QuEChERS	Quick Easy Cheap Effective Rugged Safe
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
SBV	Sac Brood Virus
SECI	Secretaría de Estado de Cooperación Internacional del Gobierno de España
SNV	Stichting Nederlandse Vrijwilligers
TCC	Technology Consultancy Centre
UCM	Universidad Complutense de Madrid
USD	United States Dollar
USDA	United States Department of Agriculture
WAHID	World Animal Health Information System

LISTADO DE FIGURAS, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS	
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	
Figura 1.1	20
Distribución del PIB por sectores de actividad.	
Figura 1.2	20
Comportamiento de los principales componentes de los sectores Primario y Secundario.	
Tabla 1.1	16
Detalle de las regiones administrativas en que se divide el territorio de Ghana.	
Tabla 1.2	19
Comportamiento de los principales componentes de los sectores Primario y Secundario.	
Tabla 1.3	26
Apicultores y colmenas.	
Tabla 1.4	27
Producción e ingreso por región.	
Fotografías 1.1 y 1.2	4
Representaciones del periodo paleolítico sobre la “caza de la miel.	
Fotografía 1.3	16
Mapa de Ghana.	
Fotografías 1.4 a 1.7	32
Antecedentes del proyecto.	
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	
Figura 2.1	38
Comportamiento de la Ayuda Oficial al Desarrollo de España.	
4. CAPÍTULO I	
Figura 4.1	68
Plano de situación del <i>Holy Angels Parish</i> en <i>Garu-Tempane</i> .	
Figura 4.2	82
Esquema del nuevo centro apícola.	
Figura 4.3	84
Comportamiento productivo de los colmenares de <i>Vambara</i> y <i>Abilateega</i> durante el periodo 2012-2016.	
Tabla 4.1	65
Resultados esperados y actividades previstas.	
Tabla 4.2	84
Productividad de los colmenares de <i>Vambara</i> y <i>Abilateega</i> .	
Fotografías 4.1 a 4.4	69
Construcción del centro apícola.	
Fotografías 4.5 y 4.6	69
Antigua escuela infantil.	
Fotografías 4.7 y 4.8	70
Rehabilitación de la escuela infantil.	
Fotografías 4.9 y 4.10	71
<i>Top Bar</i> con nuevo panal de cera.	
Fotografía 4.11	72
Descripción de las piezas y medidas para la construcción de una colmena <i>Kenya Top Bar</i> .	
Fotografías 4.12 a 4.15	73
Construcción de una colmena <i>Top Bar</i> .	
Fotografías 4.16 y 4.17	73
Rehabilitación de una colmena <i>Top Bar</i> .	
Fotografías 4.18 y 4.19	75
Mielería.	
Fotografías 4.20 y 4.21	78
Colmenas fabricadas por los alumnos del taller de capacitación.	
Fotografías 4.22 y 4.23	79
Carpintería.	
Fotografías 4.24 y 4.25	82
Sala de conferencias y tienda-museo.	
Fotografías 4.26 y 4.27	92
Actividades de visibilización de la apicultura en las escuelas.	
5. CAPÍTULO II	
Tabla 5.1	95
Resultados esperados y actividades previstas.	
Tabla 5.2	98
Distribución de horas lectivas por bloques conceptuales en el taller realizado en <i>Pong-Tamale</i> .	
Tabla 5.3	99
Técnicas de identificación y diagnóstico.	
Fotografías 5.1 y 5.2	99
Jornadas sobre sanidad apícola.	
Fotografías 5.3 y 5.4	103
Acondicionamiento del laboratorio.	
Fotografías 5.5 y 5.6	104
Instalación de un apiario.	
Fotografías 5.7 y 5.8	105
Proveer material de laboratorio.	
Fotografías 5.9 y 5.10	108
Jornadas para alumnos.	
Fotografías 5.11 y 5.12	116
Colmenas del AHPC en su nueva ubicación.	
6. CAPÍTULO III	
Figura 6.1	140
Mapa de África en el que se señalan los principales patógenos y plagas.	
Figuras 6.2 y 6.3	148
<i>Varroa destructor</i> y <i>Acarapis woodi</i> .	
Figuras 6.4 y 6.5	153
<i>Paenibacillus larvae</i> y <i>Melissococcus plutonius</i> .	

Figuras 6.6 y 6.7	156	Tabla 6.7	179
<i>Nosema apis</i> y <i>Nosema ceranae</i> .		Resultado del análisis de plaguicidas en	
Figura 6.8	159	muestras de polen almacenado.	
Virus.		Tabla 6.8 Descripción de los tratamientos	188
Figura 6.9	167	del ensayo y del número de animales	
Puntos de muestreo.		asignado a cada uno.	
Figuras 6.10 y 6.11	175	Tabla 6.9	199
Caracterización de la actividad apícola y		Colmenas incluidas en el estudio.	
distribución de los modelos de colmena.		Tabla 6.10	200
Figuras 6.12 y 6.13	176	Evaluación del vigor y de los niveles de	
Distribución modal de los porcentajes de		parasitación de las colmenas a día 0.	
infestación y recuento del número de		Tabla 6.11	200
ácaros.		Evaluación del vigor y de los niveles de	
Figura 6.14	177	parasitación de las colmenas a día 18.	
Prevalencia.		Tabla 6.12	201
Figura 6.15	202	Descripción de los tratamientos.	
Porcentajes de eficacia en abejas adultas.		Tabla 6.13	203
Figura 6.16	202	Resumen de la estadística descriptiva.	
Porcentajes de eficacia en cría.		<hr/>	
Figura 6.17	204	Fotografías 6.1 y 6.2	124
Porcentajes de variación durante el		Especies del género <i>Apis</i> .	
ensayo del número de cuadros de abejas,		Fotografía 6.3	127
cría y miel.		Evolución histórica (1961-2014) del	
Tabla 6.1	121	número de colmenas en el mundo.	
Resultados esperados y actividades.		Fotografía 6.4	127
Tabla 6.2	168	Evolución histórica (1961-2014) del	
Información sobre la localización de los		número de colmenas en África.	
apiarios muestreados.		Fotografía 6.5	129
Tabla 6.3	169	Evolución histórica (1961-2013) de la	
Encuesta a los apicultores.		producción de miel.	
Tabla 6.4	171	Fotografía 6.6	136
Cebadores y secuencias utilizados.		Impacto de las distintas presiones sobre los	
Tabla 6.5	177	polinizadores en los distintos niveles de	
Resultado del test de correlación de		organización biológica.	
Spearman.		Fotografías 6.7 y 6.8	190
Tabla 6.6	179	Prueba del diseño.	
Resultado del análisis de plaguicidas en		Fotografías 6.9 y 6.10	193
muestras de cera.		Animales con alguno de los criterios de	
		exclusión.	

RESUMEN

La apicultura es una ganadería productiva que genera productos y renta para quien la practica. Algunas características propias que la diferencian de otras especies ganaderas han motivado su uso en tareas de cooperación internacional y desarrollo rural.

En el presente trabajo se ha consolidado una intervención anterior mediante el apoyo a la diversificación de las fuentes de ingreso en torno a la actividad apícola. Se ha demostrado que el empleo de colmenas movilizadas permite asegurar la permanencia de las colonias de abejas a lo largo de los años, a pesar de que en la zona norte del país las condiciones ambientales son malas para la práctica de esta actividad y de que la subespecie de abeja local tiene una gran tendencia a enjambrar. Esta actividad permite un ingreso económico sostenido en el tiempo para quien la practica.

De otra parte, mediante la subsanación de las limitaciones de recursos tanto físicos como documentales de una escuela de formación de técnicos en sanidad animal, se ha mejorado notablemente la docencia y las competencias adquiridas por los alumnos sobre zootecnia y sanidad apícola, habiéndose conseguido un contacto directo tanto de profesores como de alumnos con el método científico.

Mediante un muestreo nacional se ha llegado a conocer que la situación sanitaria de la cabaña apícola en Ghana es buena. Aunque se han detectado numerosos agentes nosógenos bióticos y abióticos durante el muestreo, durante las inspecciones clínicas no se detectaron signos de enfermedad. Este dato, junto con la información recogida por medio de encuestas a los apicultores, sugiere que los agentes detectados no suponen un problema de salud para las colmenas en Ghana. Sin embargo, se hace necesario investigar más dados los elevados niveles de parasitación detectados de alguno de estos agentes, así como del posible origen sanitario de la enjambrazón no reproductiva. De igual modo preocupan tanto los altos niveles detectados como la variedad de plaguicidas presentes en muestras de cera, que urgen a esclarecer la vía por la que estos compuestos llegan a la colmena.

Finalmente, se ha realizado un ensayo clínico piloto sobre la eficacia de un acaricida de base natural frente a *Varroa destructor*. El resultado del mismo es suficiente para afirmar que su uso resulta adecuado para el control de este agente en Ghana.

Beekeeping is a livestock farming that generates goods and profit. Some distinctive features of this animals have triggered its use on rural development projects.

The work presented hereinafter has strengthen a previous intervention, helping to diversify income sources around beekeeping. The use of movable hives ensures the maintenance of honey bee colonies throughout long periods of time, even though the environmental conditions in the north of Ghana are not the best for this activity and the local subspecies tends easily to swarm. Beekeeping as a livestock provides sustainable income to the beekeepers.

Furthermore, the repair of some physical and documentary lacks in an animal health school has increased immediately the quality of teachings and the competeces acquired for the students on the topic of zootecnics and honey bee health, establishing a direct contact of both teachers and students with the scientific method.

A national survey allowed to know the health satus of honey bee colonies in Ghana. Several biotic and abiotic dangerous agents had been detected while the clinical inspections of animals did not showed any sign of disease. The answers to the questionnaire to beekeepers also supported the absence of health problems. However the high prevalence detected and the parasitic loads of some agents encourage to clarify this higher resistance of the local subspecies, and if this situation is a possible trigger for the non reproductive swarming. In the same way, both the pesticide prevalence and the levels detected encourage to clarify the way this compounds arrive to the hives and if they are causing some indiscernible effects.

Finally, a clinical trial to verify the usefulness of an acaricide recently approved as a veterinary edicine in Europe has been carried out. The result shows a good efficacy for the assay conditions in Ghana, meaning it can be a good tool to control the *Varroa destructor* levels if needed.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

DE LA CAZA DE LA MIEL AL USO DE LA APICULTURA COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO

1.1 DE LA CAZA DE LA MIEL AL USO DE LA APICULTURA EN PROYECTOS DE DESARROLLO

1.1.1 ORÍGENES DE LA APICULTURA

La historia evolutiva de las abejas del género *Apis*, así como la historia de otros muchos insectos polinizadores del orden *Hymenoptera*, está íntimamente ligada a la evolución de las plantas angiospermas. El análisis de restos fósiles permite determinar que los primeros insectos sociales de este orden aparecieron durante el periodo cretácico, teniendo un papel evolutivo primordial para que las plantas con flor se convirtieran en el tipo vegetal dominante en la tierra, hace aproximadamente 100 millones de años (Poinar, 1994). Para encontrar los primeros fósiles de *Apis mellifera* hay que esperar hasta el final del Plioceno, hace 2 millones de años (en el periodo terciario).

Distintas especies de homínidos del género *Homo* cohabitaron en el tiempo y en el espacio con *Apis mellifera*. Esta confluencia espacio-temporal, unida al conocido comportamiento cazador-recolector de nuestros ancestros, hace pensar que el aprovechamiento oportunista de la miel como recurso alimenticio tuvo lugar incluso antes de que el *Homo sapiens* dejara constancia del mismo a través de las pinturas rupestres. Las primeras representaciones inequívocas de la “caza de la miel” datan del Mesolítico, hacia la mitad de la edad de piedra, entre el 8000 y el 2000 a.C. (Dams 1977; 1978, revisado por Crane, 2001). No obstante, algunas pinturas del final del periodo Paleolítico, alrededor del 15000 a.C., parecen contener ya algunas imágenes del aprovechamiento cazador-recolector de este recurso (Crane, 1999, 2001).

Sin desmerecer la importancia que la antigüedad de estas evidencias tiene *per se*, el verdadero valor de estos registros reside, por un lado, en su amplia distribución por todo el mundo, y por otro, en la gran variedad de representaciones existentes. Uno de los trabajos más relevantes de recopilación de estas pinturas es el de Crane (2001), según el

cual existen 381 puntos de arte rupestre de los que se obtiene información muy valiosa de la relación entre el ser humano y distintas abejas del género *Apis*. Las pinturas reflejan imágenes de abejas en Europa (*Apis mellifera iberiensis* en España); Asia (*Apis dorsata* y *Apis laboriosa* en India, Sri Lanka y Bután); en el norte de África (*A. m. sahariensis* y *A. m. lamarckii* en Argelia, Marruecos, Libia y Egipto); y en África subsahariana (*A. m. scutellata*, *A. m. adansonii* y *A. m. capensis* en Botsuana, Lesoto, Malawi, Namibia, Tanzania, Uganda, Zambia, Sudáfrica y Zimbabue). También existen representaciones de abejas del género *Meliponinae* en Australia.



Fotografías 1.1 y 1.2. Representaciones del periodo paleolítico sobre la “caza de la miel”: De izquierda a derecha: (1.1) escena de recolección de miel en Rajat Prapat, Panchmarhi (India); (1.2) escena de recolección de miel en la Cueva de la Araña, Bicorp (Valencia, España). Fuente: *Crane (2001)*.

Todas estas pinturas abarcan representaciones muy diversas, tanto de nidos de abejas construidos sobre ramas de árboles (típico de *A. dorsata*) como de nidos de abejas en cavidades (típico de *A. cerana* y *A. mellifera*), estos últimos pintados con mayor o menor nivel de detalle. También se representan escenas del proceso de recogida de la miel, donde se pueden observar cuerdas y escaleras mediante las cuales los “cazadores” acceden a los nidos, o distintas herramientas como cestas o lanzas. Por último, son de reseñar los múltiples detalles de abejas volando alrededor de figuras humanas o formando lo que parecen ser enjambres.

Del periodo temporal que transcurre entre estas representaciones rupestres y la aparición de la escritura no existen otros registros de esta relación. No sabemos, por tanto, cómo el aprovechamiento de este recurso evolucionó en el tiempo, si bien no es arriesgado suponer que, con la llegada del sedentarismo y las primeras domesticaciones de especies animales y vegetales, se produjese también un aprovechamiento sedentario de los recursos de las abejas, permitiendo el desarrollo primitivo de la apicultura.

Roffet-Salque y col. (2015) realizaron un interesante análisis a partir de restos arqueológicos del periodo Neolítico, buscando marcadores de la presencia de cera de abejas. La cera es una mezcla de lípidos cuya composición es muy consistente y específica para cada insecto, y se cree que era usada por los habitantes del neolítico, entre otros usos, para la elaboración de sus vasijas cerámicas. Mediante el análisis de vasijas procedentes de distintos yacimientos arqueológicos de Europa, Oriente Próximo y del norte de África se ha podido confirmar que los habitantes del Neolítico (al menos en estas regiones) utilizaban cera de abejas (*A. mellifera*) en la elaboración de sus elementos cerámicos (Roffet-Salque y col., 2015). Esto permite aseverar que, al menos desde el séptimo milenio a.C., los productos de las abejas fueron explotados de forma continua por el ser humano, lo que puede suponer una primera evidencia del proceso de explotación de las abejas que permitió el ulterior desarrollo de la apicultura.

Aunque el aprovechamiento cazador-recolector de las abejas es una práctica que, en algunas sociedades, ha perdurado hasta nuestros días, durante el Neolítico se produjo un cambio paulatino en el tipo de relación entre el ser humano y los animales. Se incorporaron los conceptos de propiedad y cuidado de los mismos, para sentar las bases del futuro aprovechamiento ganadero de estos, incluidas las abejas. Probablemente fueron varios los factores que propiciaron este cambio, pero sin duda fueron determinantes tres: (i) el sedentarismo de los grupos de individuos y su crecimiento en número, que propició un aumento de la demanda de miel; (ii) la incorporación del concepto de propiedad a estas sociedades; y (iii) la generación de conocimiento zootécnico y biológico.

1.1.2 EL APROVECHAMIENTO GANADERO DE LAS ABEJAS

El primer paso hacia el aprovechamiento ganadero de *A. mellifera* vino de la mano del concepto de propiedad. En un primer momento, aquellos individuos (o colectivos) propietarios de un terreno, reclamaron para sí el derecho de explotación de los enjambres asentados su territorio. Posteriormente, consecuencia del desarrollo de conocimiento biológico y zootécnico, estos enjambres silvestres se confinaron en estructuras creadas por el hombre (colmenas), facilitando la reclamación de la propiedad sobre los mismos. Para llegar a ello fue necesario conocer cómo se organiza (estructuralmente) una colonia de abejas silvestre, puesto que las abejas que construyen sus nidos en cavidades, como es el caso de *A. mellifera*, buscan siempre una oquedad con unas características concretas: protegida de la luz y de la lluvia, de un tamaño adecuado (ni muy grande ni muy pequeño) y con una abertura reducida. Ofrecer estas características resultó sencillo, tan solo hubo que aprovechar los troncos de los árboles caídos o reproducir estos espacios en otro tipo de contenedores. Estos modelos de colmena (y otros muchos) han llegado hasta nuestros días, existiendo evidencias de ello procedentes de distintas partes del mundo y de distintos momentos históricos (Crane, 1999).

El origen de la apicultura, entendida no como la mera propiedad de los enjambres sino como el cuidado y manejo de las colonias de abejas para la obtención dirigida de rendimientos productivos aprovechables por el ser humano, probablemente tuvo lugar en distintas partes del mundo al mismo tiempo. Las evidencias más claras del origen de la apicultura proceden del antiguo Egipto, alrededor del 2400 a.C.

De periodos más recientes han llegado evidencias del aprovechamiento apícola en la antigua Mesopotamia, de donde existen evidencias del 700 a.C., o de la antigua China, datadas en torno a los años 25-150 d.C. (Crane, 1999). El trabajo de Crane (1999) realiza una extensa recopilación de todas estas evidencias, demostrando que la apicultura ha sido una actividad muy extendida a lo largo de la historia. Hasta nuestros días han llegado pruebas de ello procedentes de prácticamente todos los momentos históricos y todas las civilizaciones conocidas: de los reinos de Asia menor, de la antigua Grecia, del imperio Romano, de Persia, India, Nepal, del norte de África y de distintos países de África subsahariana, de la península ibérica, de los pueblos del norte de Europa, de los Balcanes,

y de distintas islas tanto del mar Mediterráneo como del mar Egeo (Crane, 1983; 1990; 1999). Esta amplia distribución por los continentes africano, europeo y asiático evidencia, por un lado, la importancia de los productos apícolas a lo largo de la historia, y por otra, la rentabilidad de esta actividad.

La interpretación de jeroglíficos y textos del antiguo Egipto ha permitido conocer que durante los años de mayor desarrollo de esta civilización ya existían espacios donde se ubicaban un número variable de estructuras (colmenas) en forma de apiarios primitivos. De igual forma, en este mismo periodo ya existía regulación de la actividad apícola por parte de las autoridades y se daba la trashumancia de colmenas a lo largo del río Nilo. Este modelo de aprovechamiento productivo se mantuvo casi invariable desde esta época hasta finales del siglo XIX. Si bien es cierto que a lo largo de la historia se generó una notable experiencia apícola que permitió una mejora de la misma orientada a la obtención de un mayor rendimiento productivo, no fue hasta el desarrollo de la apicultura moderna (durante el siglo XIX) que la apicultura pasa de ser una actividad productiva de corte complementario a consolidarse como una ganadería propiamente dicha.

Al concepto de apicultura moderna contribuyó notablemente el desarrollo de nuevas estructuras (colmenas) que permitían un mayor control por parte del apicultor y una mayor productividad. Tras muchos años de historia en los que la producción apícola se sirvió de numerosas estructuras o colmenas “de cuadro fijo”, con formas y tamaños tan diversos como originales, la búsqueda de un modelo de colmena que permitiese unos procedimientos cada vez más controlados y sencillos, compatibles con una mayor producción, dio con la solución en los llamados modelos de colmena “de cuadro móvil”.

El primer diseño de este tipo de colmena de cuadro móvil, también llamado “movilista”, parece ser el representado por Sir George Wheler en 1682, quien dibujó el esquema de una colmena de cuadro móvil de tipo “Top Bar” hallada en Grecia (Crane, 1983, 1999). Este tipo de diseño recibe su nombre de la colocación de listones de madera en la parte superior de la colmena, a partir de los cuales las abejas construyen sus panales de forma independiente, uno en cada listón, permitiendo la movilidad de los mismos de forma independiente. De esta forma se permite la retirada de los panales de miel sin

afectar a los panales que albergan la cría. Sin duda alguna la aparición de los modelos movilistas produjo una primera revolución en la ganadería apícola.

En los años posteriores se elaboraron y ensayaron múltiples diseños de este tipo de colmena de cuadro móvil (ver Crane, 1999), pero es en el año 1851 cuando se produce una verdadera revolución técnica, la segunda y más importante de las revoluciones que determinaron el gran desarrollo de la ganadería apícola. El reverendo L. L. Langstroth, realiza una adaptación de un diseño de colmena anterior a la que incorpora un concepto revolucionario identificado a partir de sus observaciones: para solucionar la tendencia que las abejas tienen de ocupar todos los espacios libres de la colmena con añadidos de cera (panales), observó que los espacios no ocupados por estos incómodos elementos respetaban siempre una misma distancia, a la que llamó “espacio de abeja”. Incorporada esa distancia a los espacios entre todos los elementos de la colmena (marcos de madera entre sí, marcos con los laterales de la caja, y cajas superpuestas entre sí), en 1852 L. L. Langstroth obtuvo la patente de su diseño de colmena movilista: la colmena Langstroth, utilizada hasta el día de hoy.

El impacto que la incorporación del concepto del “espacio de abeja” ha tenido para el desarrollo de la ganadería apícola es enorme. No solo facilitó el manejo de la colmena y redujo el tiempo empleado para ello, sino que permitió el desarrollo de otros modelos en los que el espacio que se otorga a la colonia se adapta a las necesidades de crecimiento y almacenamiento de la misma en cada momento del año. Estos dos hechos propiciaron un aumento del ganado que un solo apicultor era capaz de manejar, así como un notable aumento de la productividad. Ha permitido también la mejora zootécnica de la ganadería, permitiendo el desarrollo de actividades periféricas como la cría y selección de reinas, la cría de abejas para su venta, la diversificación de la producción hacia la obtención de polen, propóleo o jalea real o la reutilización de ceras para la mejora del rendimiento en miel de la colmena; en definitiva, ha propiciado el desarrollo industrial de la producción apícola. Un simple análisis de los datos sobre producción y censo de colmenas a lo largo del siglo XX permite observar un notable crecimiento de ambos en cualquier lugar del mundo (Faostat, 2017).

El desarrollo de la ganadería apícola ha permitido que muchas personas desarrollen a partir de ella su medio de vida. Pero la apícola es una ganadería con unas particularidades que la hacen muy distinta de otras ganaderías actuales. En estas características propias es donde otras muchas personas han identificado un gran potencial para utilizar este ganado como una herramienta con la que mejorar las condiciones de vida de aquellos con menos recursos, de donde nace el concepto de apicultura para el desarrollo.

1.1.3 LA APICULTURA COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO RURAL

En el ámbito de la cooperación al desarrollo, durante la última década del siglo XX surge con fuerza un nuevo enfoque para los proyectos de desarrollo rural, centrado en los beneficiarios y en el fomento de la sostenibilidad de sus entornos de subsistencia. Este planteamiento surge de la integración de varios conceptos desarrollados durante los años ochenta: (i) la lucha contra el hambre y la pobreza; (ii) el fomento de acciones pertinentes y viables; y (iii) la sostenibilidad de estas acciones (Sen, 1981; Chambers, 1983; Swift, 1989 revisado por Bradbear y col., 2002). Esta integración de conceptos, fructificó en el ideal de desarrollo sostenible y en su implantación en las agendas internacionales de desarrollo.

El fomento de la sostenibilidad de estos entornos de subsistencia es una herramienta eficaz para la reducción de la pobreza (Chambers y Conway, 1992; Scoones, 1998; Moser y col., 2001, revisado por Bradbear y col., 2002). Para ello, es necesario realizar un análisis doble: (i) del contexto social donde va a llevarse a cabo la intervención; y (ii) de cómo los distintos beneficiarios se relacionan con su entorno y cómo generan, a partir de él, su forma de vida. Estos dos niveles de análisis, uno general y otro concreto, permiten el diseño de estrategias de intervención para fomentar la sostenibilidad de los entornos.

Según la definición del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la pobreza es una situación o condición socioeconómica por la que no se puede acceder, o se carece, de los recursos para satisfacer las necesidades físicas y psíquicas básicas de

un individuo, tales como la alimentación, la vivienda, la educación, la asistencia sanitaria o el acceso al agua potable; necesidades que permiten una adecuada calidad de vida (PNUD, 2015). De acuerdo con la definición que dieron Chambers y Conway (1992) sobre los entornos de subsistencia: *“A livelihood comprises the capabilities, assets and activities required for a means of living. A livelihood is sustainable when it can cope with, and recover from, stresses and shocks and maintain or enhance its capabilities and assets, both now and in the future, while not undermining the natural resource base”* (Un entorno de subsistencia comprende las capacidades, recursos y actividades necesarias para llevar a cabo una forma de vida. Es sostenible cuando puede hacer frente a, y recuperarse de, diferentes formas de estrés, y mantener o mejorar sus capacidades y recursos presentes y futuros, sin comprometer la disponibilidad futura de recursos naturales).

Favorecer la sostenibilidad de los entornos de subsistencia significa, en última instancia, hacer que los seres humanos que habitan en ellos sean menos vulnerables. Los proyectos de cooperación que incorporan la ganadería apícola como una herramienta de desarrollo ofrecen una interesante oportunidad para la reducción de esta vulnerabilidad, entendida ésta como un estado dinámico sobre el que se puede intervenir y que es determinante sobre el estado de pobreza de un individuo o de un conjunto de individuos.

Especialmente en el caso de comunidades (entornos) rurales, donde las oportunidades para obtener ingresos son limitadas, la ganadería apícola puede contribuir de forma significativa a conseguir una reducción de la vulnerabilidad y de la pobreza, incluso cuando se desarrolla a pequeña escala. Esto se logra de dos formas: mediante la creación de una nueva oportunidad de ingreso (por medio del desarrollo de la actividad apícola y la venta de los productos que de ella se obtienen) y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental del entorno (gracias a la labor de polinización que realizan las abejas). Esta ganadería presenta unas particularidades propias que resultan muy interesantes para su aplicación en proyectos de cooperación, permitiendo el fortalecimiento de la sostenibilidad del medio y la reducción de la vulnerabilidad de los individuos. Estas particularidades son:

- i. Es posible emprender un proyecto apícola aún y cuando se dispone de muy pocos recursos, dado que la fabricación de todos los ingenios necesarios (colmenas y

herramientas para el manejo apícola), así como de la vestimenta de protección necesaria, se puede realizar con materia prima local y tecnologías accesibles.

- ii. No se precisa tener tierras en propiedad, que sí son necesarias para otro tipo de actividades, pues la abeja recoge el néctar y el polen de donde está disponible, tanto de la vegetación silvestre como de las zonas de cultivo. Todas las áreas de la tierra tienen valor apícola.
- iii. No requiere insumos.
- iv. Genera productos (miel, cera, polen, propóleos) y renta; ayuda a mejorar el medio ambiente por medio de la polinización de las plantas, contribuyendo a la sostenibilidad del medio y proporcionando una mejora directa de algunas cosechas.
- v. Es una actividad universal que puede ser realizada por personas de ambos sexos y de todas las edades.
- vi. *Es una buena actividad complementaria*, dado que las abejas no necesitan cuidado diario, y las tareas apícolas pueden realizarse cuando otros trabajos y obligaciones lo permiten.

A estas características propias se suma el hecho de que muchas sociedades mantienen una larga tradición apícola, lo que ayuda a que las intervenciones resulten pertinentes. De la integración de todo el conocimiento local existente, transmitido durante generaciones, con aquellos conceptos más recientes sobre la cría y manejo de las abejas que se necesiten incorporar, debe construirse la propuesta de cualquier proyecto de cooperación.

El análisis de cómo los distintos beneficiarios del proyecto se relacionan con su entorno y cómo generan en él su forma de vida, debe contemplar forzosamente el estudio de los recursos disponibles. Estos recursos pueden ser agrupados en cinco categorías: naturales, sociales, humanos, materiales y económicos (Chambers y Conway, 1992). Si lo que se quiere es implementar un proyecto que se sirva de la ganadería apícola como herramienta de desarrollo rural, estos recursos se concretan de la siguiente forma (Bradbear y col., 2002):

- i. Recursos naturales: las abejas, un lugar para su crianza, agua, luz solar, diversidad biológica y recursos vegetales.
- ii. Recursos sociales: ayuda de la familia, amigos y redes sociales, ayuda de otros grupos, pertenencia al tejido asociativo y acceso a un ambiente social más amplio, información sobre las oportunidades de comercialización y de resultados de investigaciones.
- iii. Recursos humanos: habilidades y conocimientos, buena salud y fortaleza, experiencia en comercialización.
- iv. Recursos materiales: herramientas, equipos y materias primas, transporte, caminos y vías de comunicación, agua no contaminada, energía e instalaciones.
- v. Recursos económicos: dinero en efectivo, ahorros y accesibilidad a préstamos o subvenciones.

El principal recurso natural necesario, las abejas, se encuentra disponible en el medio ambiente. En aquellos entornos naturales que han sufrido una mayor modificación por parte del ser humano, la presencia de estos animales se ha visto notablemente reducida; por el contrario, en aquellos entornos poco o nada modificados es fácil encontrar colonias o enjambres de abejas silvestres disponibles para su aprovechamiento ganadero (Gebremedhh y col., 2013). La gran resiliencia de las abejas hace que la apicultura sea realizable en lugares donde no es posible desarrollar otras ganaderías ni tan si quiera cultivar especies vegetales destinadas a la alimentación humana. Además, en aquellos entornos en los que sí se desarrollan otras actividades ganaderas u agrícolas, la apicultura no compite con ellas por los recursos disponibles, más bien al contrario, favorece la mejora y perpetuación de éstos por medio de la polinización.

Numerosas intervenciones a lo largo del siglo XX sirven para dar testimonio de los aciertos y errores en el uso de la ganadería apícola como una herramienta de desarrollo rural y de creación de entornos menos vulnerables y sostenibles. Los principales errores cometidos se deben al traslado del paradigma desarrollista europeo a otros entornos sin el adecuado análisis del contexto local, como ha ocurrido en otras intervenciones de cooperación que se han apoyado en el uso de la ganadería para favorecer la mejora de las condiciones de vida de los beneficiarios. De forma general, los proyectos tienden a fracasar si no se planifican con un adecuado análisis del contexto social, cultural y

económico, y con una adecuada valoración de los recursos locales disponibles, así como de las necesidades de la población beneficiaria. Sirva como ejemplo lo acontecido en Guinea-Bisáu y en Tanzania durante la década de 1980.

En Guinea-Bisáu, donde las comunidades del interior del país (de la etnia *Fula*) conservan una larga tradición apícola, se realizaron una serie de intervenciones para mejorar el rendimiento de este sector tras la independencia del país del dominio colonial portugués en 1973 (Hansson, 1997). Esta mejora se diseñó por medio de la introducción de modelos de colmena movilista europeos (modelo Langstroth principalmente), pero el proyecto fracasó estrepitosamente por problemas técnicos derivados de un mal diagnóstico sociocultural. Este modelo de colmena basa su funcionalidad y rendimiento en un manejo zootécnico avanzado y en el uso de estampaciones de cera. No se entrenó suficientemente a los apicultores tradicionales en la mejora de dicho manejo zootécnico, por lo que no supieron utilizar adecuadamente ésta tecnología y las colmenas cayeron rápidamente en desuso, siendo colonizadas por distintas plagas (*Galleria mellonella* y *Aethina tumida* principalmente). Este hecho llevó a muchos apicultores a una situación crítica, pues confiaron el destino de su ganadería tradicional a las mejoras prometidas por la tecnificación, quedando en una situación de notable vulnerabilidad tras el colapso del proyecto (Svensson, 1984).

En Tanzania, siguiendo los trabajos de Smith (1960) y Adjare (1984), el sector apícola se desarrolló durante la década de 1980 de forma sostenible y pertinente con la realidad local. En este contexto de éxito, la cooperación canadiense decidió de forma unilateral financiar la formación de 20 jóvenes en Canadá. Estos jóvenes, que recibieron una extensa formación sobre la apicultura y sistemas de producción canadienses, descubrieron a su retorno que los conocimientos y expectativas generados durante su estancia resultaban impracticables en su contexto socioeconómico y cultural.

Como se ha comentado anteriormente, a finales del siglo XX surge con fuerza un nuevo paradigma para los proyectos de desarrollo, centrado en el completo análisis de la pertinencia y viabilidad de las intervenciones, así como en el fomento de la sostenibilidad de los entornos de subsistencia. Este nuevo enfoque ha supuesto una revolución exitosa

para este tipo de acciones, permitiendo que el uso de la ganadería apícola se haya extendido por multitud de países como una adecuada herramienta de desarrollo rural.

Existen ejemplos de proyectos exitosos procedentes de los continentes americano, asiático y africano; el trabajo en Etiopía es un buen ejemplo de ello. Bradbear y col. (2002) analizan como se aprovechó la larga tradición apícola de algunas regiones del país para dirigir los esfuerzos hacia la mejora de los niveles de cualificación de los apicultores y favorecer el acceso de ambos géneros a la actividad en igualdad de oportunidades, siguiendo las recomendaciones de desarrollo del Banco Mundial (World Bank, 1987). Actualmente Etiopía es el país de África con un mayor número de colmenas registradas (Faostat, 2017), y las distintas intervenciones realizadas han conseguido un alto índice de participación local, multiplicando la producción tradicional por tres mediante una tecnología apropiada al contexto socioeconómico.

Una experiencia similar ha sucedido en Zambia, donde la producción tradicional era ya de por sí elevada y las intervenciones han favorecido un mayor acceso de la misma al mercado nacional (Wainwright, 1992). En este caso, el correcto aprovechamiento del capital humano existente y la mejora de la comercialización de la producción han favorecido, por sí solos, el aumento de los rendimientos económicos de la producción, reduciendo la vulnerabilidad de las comunidades implicadas.

Camerún, Mali, Tanzania, y Uganda en África, pero también en Bolivia, Guatemala, Brasil y Argentina en Sudamérica, o India y Bangladesh en Asia, son países en los que se han desarrollado con éxito proyectos de desarrollo mediante la introducción o mejora de la ganadería apícola (Bradbear y col., 2002). A la luz de estas experiencias, la apicultura se presenta como una herramienta útil para el fortalecimiento de los sistemas de vida y desarrollo, siendo capaz de articular en torno a ella toda una red de producción de bienes, de generación de oportunidades de trabajo y de mejora de los recursos ambientales del entorno.

1.2 IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE APICULTURA MOVILISTA RURAL EN GHANA

1.2.1 CONTEXTO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL PAÍS

Situado en el Golfo de Guinea entre los 3° 45' y los 11° 11' latitud norte, la República de Ghana (*Republic of Ghana*, Ghana) es uno de los países que componen la costa occidental africana, limitando al oeste con la República de Costa de Marfil (*République de Côte d'Ivoire*, Costa de Marfil), al este con la República Togolesa (*République togolaise*, Togo) y al norte con Burkina Faso (*Burkina Faso*) (fotografía 1.3).

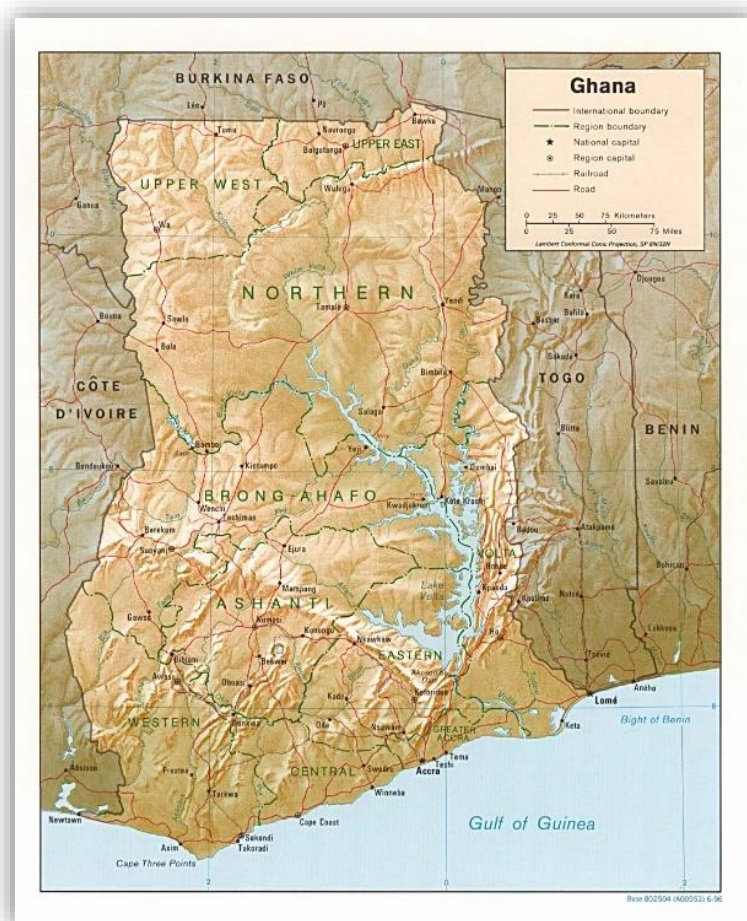
El último censo publicado data del año 2010 y cifra sus habitantes en 24.658.823 (Ghana Statistical Services 2012), de los cuales aproximadamente el 10% (2.450.000) viven en su capital, Acra (*Accra*). Este censo supone un incremento de población del 30% respecto al censo del año 2000, y actualmente el estrato de menores de 20 años supone un 51% del total (un 40% si sólo contamos los menores de 15 años). La población se reparte de forma desigual por un territorio que abarca 238.538 Km² y que a nivel administrativo se organiza en diez regiones, a su vez divididas en 138 distritos. Las dos regiones más pobladas son *Ashanti* y *Greater Accra*, que a su vez albergan las dos ciudades más importantes del país (*Kumasi* y *Accra*), mientras que las menos pobladas son las dos regiones situadas más al norte: *Upper West* y *Upper East* (tabla 1.1, fotografía 1.3).

A nivel geográfico, la cuenca del río Volta ocupa la mayor parte de su superficie mientras que el resto del territorio es una gran llanura poco elevada. El clima es típicamente tropical, con una estación húmeda y una estación seca muy marcadas, existiendo notables diferencias entre el norte y el sur del país por la diferente influencia climática que reciben: la parte norte recibe la influencia desde el desierto del Sáhara, mientras que en el sur proviene del océano. Desde la línea de costa y en dirección norte se extiende un bosque tropical que cubre el tercio sur del país. Este paisaje transita hacia una sabana herbácea primero que, posteriormente, torna en sabana arbórea a medida que nos acercamos a las zonas más septentrionales.

Tabla 1.1 Detalle de las regiones administrativas en que se divide el territorio de Ghana.

Región	Área (Km ²)	Capital	Población	%
Ashanti	24.390	Kumasi	4.780.380	19,4
Brong-Ahafo	39.557	Sunyani	2.310.983	9,4
Central	9.826	Coast	2.201.863	8,9
Eastern	19.977	Koforidua	2.633.154	10,7
Greater Accra	2.593	Accra	4.010.054	16,3
Northern	70.383	Tamale	2.479.461	10,1
Upper East	8.842	Bolgatanga	1.046.545	4,2
Upper West	18.477	Wa	702.110	2,8
Volta	20.572	Ho	2.118.252	8,6
Western	23.921	Sekondi-Takoradi	2.376.021	9,6

Fuente: *Ghana Statistical Services. Population and housing census 2010.*



Fotografía 1.3. Mapa de Ghana, obtenido del archivo de la biblioteca del Congreso de EEUU (*Library of the Congress of the United States of America; Contributor Central Intelligence Agency*).

Ghana ha sido y es un referente de la llamada “nueva África emergente”. En 1957 se convirtió en el primer país de África subsahariana en declarar su independencia del dominio colonial británico. Tras unas décadas de inestabilidad y continuos cambios políticos, la aprobación en 1992 de la nueva Constitución le han permitido consolidarse en la región como un referente en términos de estabilidad política y consolidación democrática (Oficina de Información Diplomática Española, 2016). La Constitución, aprobada en referéndum el 28 de abril, establece un régimen democrático multipartidista de corte presidencialista, con un Jefe del Estado elegido por sufragio universal para un período de cuatro años, permitiéndose una única reelección.

Realidad económica y social de Ghana

Para la región de África Occidental, Ghana es una referencia no solo en términos de estabilidad política sino también a nivel económico. Aunque el país no ha sido ajeno al ciclo económico mundial, ha sabido sortear la coyuntura favorecido por su recientemente adquirida condición de país productor de gas y petróleo. Aun así, sigue teniendo por delante importantes desafíos.

Desde mediados de la década de 1990, varios países de África subsahariana han experimentado un marcado crecimiento económico. Este periodo desarrollista se ha visto favorecido por distintos factores: (i) un entorno económico favorable a nivel mundial; (ii) políticas internacionales de apoyo al desarrollo enmarcadas en la Agenda de Desarrollo del Milenio; (iii) y políticas nacionales de corte expansivo. Ghana, Senegal o Zambia son algunos de estos países, recientemente reclasificados por el Banco Mundial como países de renta media dado el nivel de desarrollo económico alcanzado (FMI, 2011).

La tasa de crecimiento real de la economía ghanesa ha sido positiva desde el año 2000. Años especialmente positivos fueron los comprendidos en el periodo 2011 a 2013, en los que el crecimiento estuvo por encima del 7% debido en gran medida al inicio de la explotación de petróleo y al excelente comportamiento de sus principales exportaciones: cacao y oro (Oficina Económica y Comercial de España en Ghana, 2006; 2013; FMI, 2012; OMC, 2014; Oficina de Información Diplomática Española, 2016). La política económica

que ha guiado este periodo tiene su continuación en el *Ghana Shared Growth and Development Agenda (GSGDA)*, un proyecto continuista para el periodo 2013-2016, diseñado para atraer el interés financiero de países terceros y que ya contaba con el respaldo del Banco Africano para el Desarrollo (African Development Bank y African Development Found, 2012).

No obstante, diversos organismos internacionales señalan que este fructífero ciclo económico no ha servido para modernizar la estructura económica del país (FMI, 2011; OMC, 2014), ni se ha aprovechado todo su potencial para aliviar la pobreza de los sectores más vulnerables. Diversos autores apuntan que para que el crecimiento de un país sea inclusivo y, por lo tanto, se traduzca en una reducción significativa de la pobreza, debe priorizar la creación de empleo y la transformación de la estructura de la economía, dando un mayor peso al sector industrial (Islam, 2004; Aryeetey y Kanbur, 2006).

El Informe Económico y Comercial recientemente elaborado por la oficina del Instituto de Comercio Exterior (ICEX) en *Accra*, señala que Ghana (y su economía) sigue exhibiendo características propias de un país en vías de desarrollo (Oficina Económica y Comercial de España en Ghana, 2013). Algunas de estas características son:

- i. Pobreza. Aproximadamente la cuarta parte de la población (23%) vive por debajo del umbral de la pobreza, fijado por el gobierno en 1,314 GH₵ (cedi ghanés). La pobreza es notablemente endémica en las tres regiones del norte del país: *Northern* (50%), *Upper East* (44%) y *Upper West* (71%) (Ghana Statistical Service, 2015).
- ii. Analfabetismo. El 26% de los individuos mayores de 11 años son analfabetos (no saben leer ni escribir), mientras que otro 7% solo son capaces de comunicarse en alguna de las lenguas locales (Ghana Statistical Services, 2012). Aun así, estos datos suponen un notable avance del nivel educativo comparado con el censo del año 2000.
- iii. Estructura económica de país en vías de desarrollo. El sector servicios es el mayor contribuyente al PIB nacional (figura 1.1), con un sector primario excesivamente dependiente de la agricultura, a su vez asentada sobre la producción de un único cultivo: el cacao. Las importaciones superan notablemente a las exportaciones,

dependientes de un número reducido de productos (oro, petróleo y cacao) (Oficina de Información Diplomática Española, 2016).

- iv. Sector secundario excesivamente dependiente de la minería (principalmente oro) y de la construcción (tabla 1.2, figura 1.2).
- v. Peso excesivo del sector público. El Estado participa activamente de amplios sectores de la economía, favoreciendo la existencia de un número reducido de grandes empresas y una miríada de pequeñas empresas que difícilmente participan del circuito económico formal (economía sumergida). En este modelo económico, los desajustes macroeconómicos del Estado tienen un mayor impacto (FMI, 2012; Oficina de Información Diplomática Española, 2016).
- vi. Fuerte crecimiento demográfico. Se producen aproximadamente medio millón de nacimientos al año (623,700 nacimientos en 2010) (Ghana Statistical Services, 2012). Canalizar adecuadamente este crecimiento obliga a mejorar las oportunidades de empleo así como el acceso a la educación superior.
- vii. Deterioro medioambiental. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) junto con la agencia del Gobierno de Ghana encargada del seguimiento del alcance de los objetivos nacionales de desarrollo NDPC (National Development Planning Commission), han cuantificado el deterioro ambiental en más de un 9% del PIB anual (PNUD y NDPC, 2012).

Tabla 1.2 Comportamiento de los principales componentes de los sectores Primario y Secundario (% PIB). Datos consolidados de 2006 a 2014.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sector Primario									
Agricultura	21,3	20,3	22,4	23,6	21,7	19,1	17,2	17,4	16,8
Ganadería	2,5	2,3	2,1	2	2	1,8	1,6	1,4	1,2
Silvicultura	4,1	4,2	3,7	3,7	3,7	2,8	2,6	2,2	2,3
Pesca	2,5	2,3	2,7	2,5	2,3	1,7	1,5	1,4	1,2
Sector Secundario									
Minería	2,8	2,8	2,4	2,1	2,3	8,4	9,5	9,4	8
Industria manufacturera	10,2	9,1	7,9	6,9	6,8	6,9	5,8	5,3	4,9
Construcción	5,7	7,2	8,7	8,8	8,5	8,9	11,5	12	12,7
Otros	2,1	1,6	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1	0,9

Fuente: *Ghana Statistical Services*.

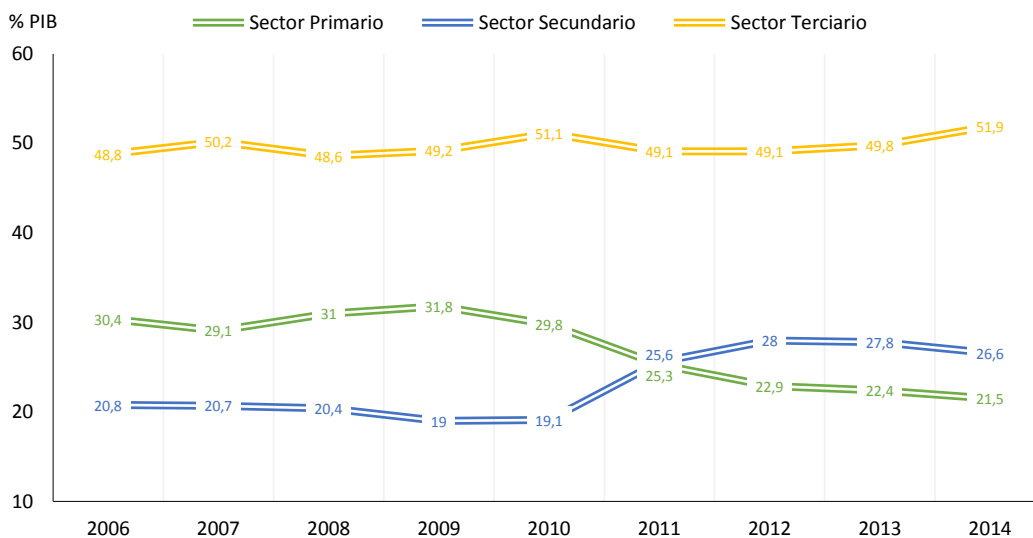


Figura 1.1 Distribución del PIB por sectores de actividad (% PIB). Datos consolidados de 2006 a 2014. Fuente: *Ghana Statistical Services*.

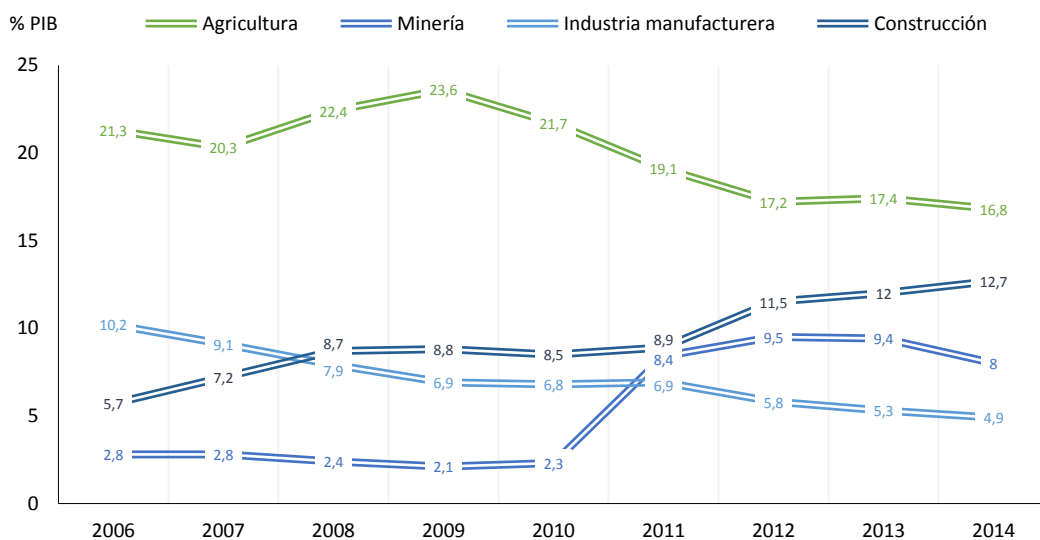


Figura 1.2 Comportamiento de los principales componentes de los sectores Primario y Secundario (% PIB). Datos consolidados de 2006 a 2014. Fuente: *Ghana Statistical Services*.

La política de crecimiento para el periodo 2013-2016 (GSGDA) reconoce algunas de estas características como las principales debilidades del país, y por tanto los mayores retos de cara al futuro próximo. El empleo es el más importante de todos ellos, ya que está íntimamente relacionado con la lucha contra la pobreza, la mejora de la educación, la integración del crecimiento demográfico y el cambio en la estructura económica (Islam, 2004; Aryeetey y Kanbur, 2006). Es difícil acceder a cifras actualizadas de empleo (las últimas pertenecen al censo de 2010) y las que hay deben ser consideradas con precaución dado el significativo tamaño de la economía informal (African Development Bank y African Development Found, 2012).

Los últimos datos oficiales contrastados datan de 2010 e indican que la tasa de actividad es del 55%, la tasa de paro del 7% y aproximadamente el 40% de la población activa trabaja en el sector primario. El indicador más clarificador de todos los que se exponen es el porcentaje de fuerza laboral empleado en la economía informal: un 86% de la población en edad de trabajar. A falta de datos actualizados de empleo, los existentes permiten dibujar tres rasgos característicos del mercado de trabajo en Ghana: (i) la tasa de paro es elevada, (ii) la economía informal es extensa, (iii) el sector primario, fundamentalmente agrícola, emplea a una parte sustancial de la fuerza laboral del país.

El informe del PNUD-Ghana de julio de 2012 utiliza la ratio empleo-población como medida de la habilidad del país de garantizar trabajo. Es una medida de la proporción de población activa con empleo que en su cálculo no tiene en cuenta la calidad del mismo (*grosso modo*, a mayor ratio mayor proporción de población con empleo y viceversa). Durante el periodo 1991-2006 la ratio empleo-población pasó de un 75% a un 68% manteniendo una tendencia similar en las diez regiones y en áreas rurales y urbanas. El mismo documento también analiza la pobreza laboral o proporción de trabajadores que viven por debajo de la línea de pobreza. Existen diferencias significativas entre regiones, siendo peores los datos en áreas rurales, de zona de sabana y del norte del país, frente a las áreas urbanas y boscosas del sur. Finalmente también se analiza el empleo vulnerable o precario, referido al autoempleo incapaz de generar riqueza suficiente. De media tres de cada cuatro trabajadores tienen empleos precarios o vulnerables, siendo el porcentaje mucho mayor en las zonas rurales del norte que en las áreas urbanas del sur. El

comportamiento de este indicador para el periodo 1991-2006 fue descendente, pasando de un 82% al 75% (PNUD y NDPC, 2012).

La Comisión Española de Ayuda al Refugiado (CEAR), en su informe de julio de 2014, dibuja un perfil de la sociedad ghanesa desde una perspectiva distinta, permitiendo contextualizar y analizar aspectos no estrictamente económicos de la realidad social de Ghana.

Una vez más se hace oportuno señalar que Ghana es una referencia en la región de África Occidental por la convivencia pacífica entre distintos grupos étnicos y religiosos. Las etnias más numerosas son la *Akan* (47%), *Mole Dagbani* (17%), *Ewe* (14%), *Ga-Dangme* (7%), *Gurma* (6%) y *Guan* (4%), aunque existen más de cien grupos etnolingüísticos distintos. De forma similar, en la sociedad ghanesa conviven practicantes del Cristianismo (71%; incluyendo Católicos, Protestantes y otros grupos), practicantes del Islam (18%) y tradicionalistas (5%), sin que esto suponga un problema de convivencia o inestabilidad (Ghana Statistical Service, 2013; García, 2014).

Como ya se ha señalado anteriormente, las desigualdades socioeconómicas vienen determinadas por las diferencias ecológicas y climáticas, así como por el impacto diferencial de las políticas de desarrollo económico. Sin embargo es importante señalar que estas desigualdades también quedan enmarcadas por la demografía étnico-religiosa, entre los grupos étnicos del norte y del sur, y entre musulmanes y cristianos (Langer y Ukiwo, 2007; García, 2014).

La condición de género sigue siendo un factor de discriminación a sumar a los ya enumerados. La discriminación en el empleo se refleja en aspectos como el proceso de contratación, la brecha salarial y la segregación ocupacional: el 86% de trabajadoras lo hacen en la economía informal; solo el 4% trabajan en el sector público y el 6% en el sector privado, mientras que el autoempleo se estima en torno al 4%. El trabajo doméstico recae en su práctica totalidad sobre ellas y es frecuente verlas realizar sus tareas mientras están al cargo de sus hijos. La violencia contra la mujer, especialmente la doméstica, es un fenómeno extendido a pesar de la aprobación de la Ley contra la violencia doméstica de 2007 (García, 2014).

Una de las acciones emprendidas en la lucha por la igualdad de género ha pretendido eliminar la desigualdad en el acceso a la educación de niñas y niños en todos los niveles educativos. Los datos del gobierno utilizan el índice de paridad IP (ratio de niñas por cada niño en cada nivel educativo) para indicar que, en el año 2010, la paridad en jardín de infancia era total (IP=1), mientras que primaria (IP=0,96) y secundaria (IP=0,92) seguía existiendo disparidad en el acceso (PNUD y NDPC, 2012). La organización CEAR da unas cifras distintas, indicando que existe una brecha de género importante en la educación secundaria y terciaria, donde las niñas constituyen respectivamente el 33% y el 22% de los estudiantes matriculados (García, 2014). En lo que ambos coinciden es en que la deserción escolar afecta mayormente a las niñas y que los menores que abandonan la escuela (junto con los no escolarizados) se dedican a actividades económicas poco o no remuneradas, fundamentalmente en la agricultura (94%) (PNUD y NDPC, 2012; García, 2014).

La senda del desarrollo de Ghana, como la de otros países de su entorno, ha estado marcada estos últimos quince años por los esfuerzos para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) marcados por Naciones Unidas en el año 2000. Este marco supranacional de lucha contra la pobreza ha determinado la agenda mundial de desarrollo, permitiendo sustanciales avances hacia las ocho metas marcadas: (i) erradicar la pobreza extrema y el hambre; (ii) alcanzar la educación primaria universal; (iii) promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer; (iv) reducir la mortalidad infantil; (v) mejorar la salud materna; (vi) combatir el VIH/SIDA, malaria y otras enfermedades; (vii) promover la sostenibilidad ambiental; y (viii) promover un compromiso global de colaboración para el desarrollo. No se mencionarán aquí todos los logros, pero sirva como ejemplo el dato global de reducción de pobreza extrema: si en 1990 casi la mitad de la población de los países en desarrollo (47%) vivía con menos de 1,25 US\$, esa proporción ha caído hasta el 14% en el año 2015 (United Nations, 2015).

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para África, junto con la Unión Africana, el Banco Africano para el Desarrollo y el PNUD han realizado una evaluación pormenorizada del progreso realizado hacia los ODM. Dicho análisis ha permitido diseñar una agenda de desarrollo post-2015 a partir de seis líneas de trabajo (United Nations Economic Commission for Africa, 2014): (i) transformación de la estructura económica; (ii)

inversión en ciencia, tecnología e innovación; (iii) desarrollo humano; (iv) sostenibilidad medioambiental, gestión de recursos naturales y gestión del riesgo de emergencias y catástrofes; (v) paz y seguridad; y (vi) financiación.

Caracterización del sector apícola de Ghana

Las condiciones agro-ecológicas de Ghana permiten la práctica de la apicultura en todo el territorio, con ciertas particularidades según la región. Sorprendentemente, el sector apícola ghanés carece de marco regulador propio. Existen leyes y estrategias políticas del Ministerio de Agricultura y Alimentación (*Ministry of Food and Agriculture, MoFA*), de la Comisión para la Silvicultura (*Forestry Commission*) y de la Comisión para el Terreno (*Land Commission*) cuyo articulado y desarrollo afecta, indirectamente, a un sector desatendido, cuando no abandonado, desde un punto de vista estatal. Su actividad no consta en ninguna estadística oficial y no existen por tanto cifras contrastadas a las que acudir para poder caracterizarlo.

Desde finales de los años 70, distintas organizaciones han tratado de aprovechar este gran potencial para mejorar las condiciones de vida de individuos y comunidades, favoreciendo la transición desde las prácticas más ancestrales (caza de la miel o apicultura en estructuras fijas) hacia una apicultura más moderna (movilista) y productiva. Y aunque a grandes rasgos el sector sigue dominado por la apicultura tradicional, cada vez son más los que se inician en la apicultura movilista animados por alguna de estas iniciativas. Sin embargo, la falta de información disponible restringe el análisis del impacto de estas intervenciones, limitando el diseño de estrategias óptimas de desarrollo.

En 1972 la Universidad de Ciencia y Tecnología *Kwame Nkrumah* (KNUST, *Kwame Nkrumah University for Science and Technology*) fundó el *Technology Consultancy Centre* (TCC, centro de asesoramiento en tecnología) con el mandato de promover la transferencia tecnológica. En el año 1978 inició un programa apícola para desarrollar y mejorar las colmenas tradiciones mediante la introducción del modelo movilista *Kenya Top Bar* y el *Tanzania Top Bar*. Entre otras actividades, entre los años 1981 y 1989 organizó más de veinte talleres apícolas, llegando a organizar hasta dos conferencias nacionales

sobre apicultura. La falta de apoyo a nivel estatal provocó el abandono de dicho programa a principios de la década de los 2000.

A pesar de esta falta de interés por parte del Estado, otras organizaciones si han seguido apostando por el desarrollo de la apicultura, principalmente agencias privadas de cooperación. La organización internacional *Netherlands Development Organisation* en Ghana (SNV, *Stichting Nederlandse Vrijwilligers*) es una institución no gubernamental para el desarrollo, con sede en Holanda, que lucha frente a la pobreza mediante el apoyo al sector primario. Su línea de trabajo gravita sobre la mejora de las cadenas de distribución y valor añadido de los productos, permitiendo así aumentar la producción, mejorar los ingresos y favorecer la creación de empleo.

Con el doble objetivo de (i) obtener una visión de conjunto de la realidad y (ii) establecer un punto de partida sobre el que evaluar el impacto de los programas de desarrollo de la organización, en 2008 SNV Ghana encargó a tres consultores locales (*Sync Consult, TRAX Ghana y Evangelical Presbyterian University College*) la realización de un estudio nacional sobre el sector apícola. Dicho estudio comprendió una revisión de la literatura disponible junto con un análisis de las organizaciones o actores (*stakeholders*) relacionados con el mismo. La recogida de información se hizo mediante entrevistas a individuales (apicultores), discusiones grupales sobre aspectos concretos y entrevistas con los organismos previamente identificados. El análisis de los datos se hizo integrando los datos recogidos de los tres informes.

Se realizaron 1.313 entrevistas a apicultores procedentes de todas las regiones del país y se identificaron 43 entidades desempeñando algún papel en el sector apícola (organismos públicos, agencias de desarrollo internacionales y locales, asociaciones de apicultores, industria de procesado y transformación de productos apícolas, entidades financieras, e instituciones de investigación y formación). Los datos que se presentan a continuación pertenecen a dicho estudio (Akangaamkun y col., 2010).

En el año 2008 existían en el país un total de 22.063 apicultores, un 28% de los cuales eran mujeres. Las dos regiones con mayor número de apicultores fueron *Brong-Ahafo* (26%) y *Ashanti* (21%), mientras que *Western* (2%) y *Greater Accra* (1%) fueron las

regiones con menor número. El número de colmenas colonizadas ascendió a 50.640, la práctica totalidad de las cuales fueron del modelo *Kenya Top Bar*. El número medio de colmenas por apicultor fue de 2,3 con un rango muy variable desde las 12,7 en la región *Eastern* hasta las 0,4 colmenas por apicultor en la región *Brong-Ahafo* (tabla 1.3).

La producción total fue de 60.031 Kg de cera y 428.836 Kg de miel. La productividad media de miel por colmena fue de 14 Kg, existiendo variaciones significativas entre regiones que invitan a una interpretación conjunta de este dato con el número total de colmenas por región y el número medio de colmenas por apicultor (tabla 1.4).

Tabla 1.3 Apicultores (total, hombres, mujeres y porcentaje) y colmenas (total y número de unidades por apicultor) por región. Datos de 2008, estudio de SNV sobre el sector apícola en Ghana.

Región	Apicultores					Colmenas	
	total	hombres		mujeres		total	n°/apicultor
Ashanti	4.660	3.169	68%	1.491	32%	2.243	0,5
Brong-Ahafo	5.748	3.536	61%	2.212	38%	2.188	0,4
Central	906	746	82%	160	18%	5.400	6,0
Eastern	630	560	89%	70	11%	8.000	12,7
Greater Accra	192	122	63%	70	36%	1.536	8,0
Northern	3.572	2.372	66%	1.200	34%	2.297	0,6
Upper East	1.488	916	62%	572	38%	920	0,6
Upper West	1.788	1.140	64%	648	36%	1.204	0,7
Volta	2.600	1.991	77%	609	23%	24.065	9,3
Western	479	426	89%	53	11%	2.787	5,8
Total	22.063	14.978	72%	7.085	28%	50.640	2,3

Fuente: SNV, *The honey Industry in Ghana: an overview* (2010).

El beneficio total de la producción apícola (incluye producción de miel y de cera) se calcula en 1.076.378 dólares americanos (USD, *United States Dollar*), lo que supone unos 98 USD por apicultor. En algunas regiones se pudo hacer una estimación media del porcentaje de contribución de estos ingresos a la economía familiar. Según los datos de la encuesta, suponen entre un 18% y un 30% del ingreso medio familiar.

Este ingreso proviene de la venta de los productos obtenidos de la actividad apícola, fundamentalmente miel y cera, dado que la explotación de otros productos de la colmena

como son los propóleos, el polen o la jalea real es anecdótica. Esta venta se da en el mercado doméstico (rural o urbano) dado que no existe exportación de los productos a otros países.

Tabla 1.4 Producción (miel y cera) e ingreso (total y por apicultor) por región. Datos de 2008, estudio de SNV sobre el sector apícola en Ghana.

Región	Colmenas	Producción		Ingreso (beneficio neto)		
		total miel (Kg)	(Kg/colmena)	total cera (Kg)	total (\$)	(\$/apicultor)
Ashanti	2.243	51.961	23	7.275	130.422	22
Brong-Ahafo	2.188	74.088	34	10.372	185.961	32
Central	5.400	54.800	10	7.672	137.548	287
Eastern	8.000	43.000	5	6.020	107.930	171
Greater Accra	1.536	15.300	10	2.142	38.403	200
Northern	2.297	29.834	13	4.177	74.883	21
Upper East	920	10.731	12	1.502	26.935	18
Upper West	1.204	12.222	10	1.711	30.677	17
Volta	24.065	94.000	4	13.160	235.940	91
Western	2.787	42.900	15	6.000	107.679	119
Total	50.640	428.836	14	60.031	1.076.378	98

Fuente: SNV, *The honey Industry in Ghana: an overview* (2010).

La tendencia de precios de la miel ha sido moderadamente alcista entre los años 2005 y 2008. En este último año, el precio medio por Kg de miel no envasada bajo ninguna marca fue de 2,5 USD (rango de precios entre 2 USD y 3,4 USD), mientras que el precio medio por Kg de miel envasada bajo marcas locales fue de 6,8 USD (rango de precios entre 5,4 y 7,8 USD). El precio medio de la miel de importación fue de 25,8 USD.

Con todas las limitaciones que supone la caracterización de un sector productivo a partir de un estudio con datos del año 2008 y para el que no existen cifras oficiales de ningún tipo que permitan un mínimo contraste de fuentes, si es posible discutir una serie de evidencias y tendencias que quedan señaladas en los datos del estudio.

Es evidente que la práctica de la apicultura en Ghana tiene potencial suficiente para mejorar el sostén económico familiar o comunitario, proporcionando una fuente de

ingresos y empleo a partir de un inversión inicial baja (en algunos contextos nula), y siendo apta para su desarrollo por todo tipo de personas sin exclusión de género ni edad, a la vez que es complementaria con cualquier otra actividad económica. A pesar de ello, el sector apícola en este país se encuentra en un estado de desarrollo muy primario pero un gran potencial de crecimiento.

Cuando se analiza el número de apicultores y colmenas, o incluso la productividad de las mismas, es importante tener en cuenta que, en algunas regiones (*Ashanti, Brong-Ahafo, Northern, Upper East o Upper West*), la propiedad de las colmenas no es individual sino colectiva (comunidades o grupos de individuos que las explotan conjuntamente). Así en estas regiones el número de apicultores es más alto, resultando en productividades e ingresos medios por apicultor más bajos.

El análisis de esta productividad debe integrar otros factores: particularidades medioambientales propias de cada región, nivel de formación de los apicultores, sistema de extracción de miel empleado o existencia de instalaciones tecnificadas para la extracción y envasado de miel. Respecto a esto último, se han identificado 20 centros de procesado de miel repartidos por las regiones *Central* (n=6), *Greater Accra* (n=5), *Northern* (n=1), *Volta* (n=5) o *Western* (n=3). En estos centros se logra obtener un mayor rendimiento del proceso extractivo al utilizar tecnología de prensado o centrifugado frente a la extracción mediante otros procedimientos menos tecnificados como pueda ser la extracción utilizando calor solar.

Parte de la disparidad de precios de la miel tiene su explicación en dos factores: (i) por un lado, la falta de homogeneidad en el envasado, donde el uso de contenedores nuevos y homogéneos es minoritario, si se compara con el porcentaje de uso de material reciclado (botellas de otras bebidas o envases de aceite), que suponen el 64% de los envases en la región *Northern*, 75% en *Brong-Ahafo*, 80% en *Volta* y 92% en *Upper East*, y que no cumplen ningún estándar en términos de volumen, peso o precio; y por otro lado (ii) la mala percepción que los consumidores tienen de los productos inadecuadamente envasados ante la falta de indicadores de calidad fiables.

En resumen, nos encontramos ante un sector inadecuadamente explotado que alberga un gran potencial de crecimiento. Con el objetivo de sentar las bases para el diseño de programas de intervención y desarrollo coherentes se ha realizado un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del sector apícola (DAFO). El resultado de dicho análisis es el siguiente:

- i. Debilidades. Los programas (fundamentalmente privados) de apoyo a la apicultura no han sido capaces de abordar satisfactoriamente las seis debilidades más importantes que tiene el sector: (i) fragmentación de la ayuda, debida principalmente a la falta de una planificación integral en forma de marco único de desarrollo, lo que provoca ineficacias en la gestión de los recursos y dilución de los esfuerzos; (ii) falta de apoyo al sector por parte de los poderes públicos quienes han desatendido el desarrollo del mismo, al no ver en él una herramienta generadora de riqueza; (iii) inadecuado (cuando no inexistente) acceso a la financiación; (iv) falta de apoyo técnico a los apicultores, quienes adolecen de inadecuada formación que les permita incrementar su productividad; (v) ausencia de apoyo (público y privado) al desarrollo de la industria del procesado, debido principalmente a que el apoyo que se recibe se destina a actividades de fomento y expansión de la apicultura; y (vi) pobres capacidades y habilidades empresariales, que limitan el desarrollo a medio y largo plazo de los proyectos que tienden a estancarse en lugar de a crecer.
- ii. Amenazas. Son diez las principales amenazas que hasta la fecha restringen el desarrollo de la apicultura: (i) falta de un marco regulatorio y falta de políticas concretas; (ii) pobres capacidades técnicas de todos los actores, no solo de los apicultores; (iii) falta de acceso a tierras; (iv) incendios forestales provocados; (v) falta de financiación; (vi) ausencia de estándares de calidad de los productos y de los procedimientos; (vii) débil organización de los productores; (viii) enemigos y enfermedades de las abejas; (ix) falta de proyección empresarial; y (x) robos de colmenas.
- iii. Fortalezas. Algunas han sido previamente enumeradas y todas ellas se resumen en cinco: (i) es una actividad que requiere pocos recursos, los cuales pueden ser obtenidos a nivel local; (ii) no precisa la propiedad de la tierra; (iii) no requiere

insumos (pienso, luz, etc.); (iv) genera productos y renta; y (v) es una actividad universal y complementaria.

- iv. Oportunidades. Un valiente desarrollo del sector apícola puede impactar muy positivamente en otros ámbitos, de los que se señalan los siguientes cinco: (i) desarrollo de la industria farmacéutica; (ii) apertura de una línea de exportaciones; (iii) uso efectivo de tierras actualmente consideradas improductivas; (iv) mejora de las cosechas de algunos productos agrícolas; y (v) mejora de los ecosistemas en proceso de degradación por medio de la polinización.

1.2.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En marzo de 2008 el Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria (Universidad Complutense de Madrid, UCM) recibió una solicitud de apoyo técnico y financiero desde Ghana. El padre Desmond Murtala, responsable de la parroquia *Holy Angels Parish* de *Garu-Tempame*, una pequeña localidad de la región *Upper East*, remitía un proyecto para la creación de una granja comunitaria de abejas. Según destacaba el documento, esta organización estaba comprometida con la mejora de las condiciones de vida de los miembros de su comunidad y estaba considerando la posibilidad de implementar la apicultura como un medio para conseguir los siguientes objetivos: (i) ofrecer a los jóvenes desempleados una alternativa para el autoempleo y la generación de riqueza; y (ii) ofrecer miel en el mercado local a un precio accesible.

Un reducido equipo de profesionales del Departamento de Sanidad Animal de la UCM, asistido por miembros del Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA), diseñó una intervención coherente con los motivos expuestos en la solicitud recibida desde Ghana bajo el título de “Apicultura en Ghana: una alternativa al desempleo en zonas rurales”. Dicho proyecto fue presentado, aprobado y financiado por la VI Convocatoria de Proyectos de Cooperación al Desarrollo de la UCM para su ejecución en el tiempo de un año durante el periodo 2009-2010.

El objetivo de la intervención era fomentar alternativas profesionales para los jóvenes desempleados de la comunidad de *Garu-Tempane* a través de su formación en apicultura movilista. Para lograr este objetivo se establecieron dos prioridades: (i) instalar un colmenar productivo empleando modelos de colmena de corte *Top Bar*; y (ii) formar capital humano suficiente para dar continuidad al proyecto y dar servicio al colmenar de reciente creación. A la finalización del proyecto se esperaban obtener los siguientes resultados: una explotación apícola con modelo de colmena *Top Bar*, haber impartido al menos tres cursos de formación a nuevos apicultores y establecer un sistema de *leasing* de colmenas para hacer accesible a estos nuevos apicultores su andadura en la apicultura.

De la evaluación del proyecto por parte de la Universidad se obtuvieron elementos de discusión muy oportunos sobre la viabilidad de la intervención. Dicha evaluación destacaba que la viabilidad del proyecto residía en gran parte en el interés que tomaran los alumnos capacitados de proseguir en la apicultura. Por lo tanto durante el proceso de capacitación se hacía fundamental transmitir a estos alumnos todo el potencial que la apicultura tiene como generadora de riqueza.

Antes de poder poner en marcha las actividades de ese primer proyecto hubo que salvar dos escollos: obtener la tierra en la que instalar el colmenar y adquirir el conocimiento necesario para manejar la casta de abeja local, así como las habilidades necesarias para el adecuado manejo de la tecnología local.

En la zona de actuación del proyecto, la propiedad de la tierra sigue en manos de los grupos tribales y para hacer uso de ella es necesario solicitar permiso al consejo tribal, por lo que previamente a la instalación del colmenar se negoció un acuerdo de arrendamiento de las tierras. Esto se hizo en dos comunidades próximas a las instalaciones de la contraparte: *Vambara* y *Abilateega*. El acuerdo de arrendamiento contempló una distribución de los beneficios del colmenar en dos mitades, una para la comunidad y otra para la sostenibilidad del proyecto.

Por otra parte, las razas de abejas africanas conservan un comportamiento defensivo de la colonia muy marcado comparado con el comportamiento que muestran las razas europeas o asiáticas. Estas últimas, explotadas desde hace varios siglos, han sido

sometidas a un proceso de selección por parte de los apicultores en base a caracteres zotécnicos entre los que se encuentra la mansedumbre, que ha sido uno de los caracteres más apreciados para su selección. Las razas africanas no han sufrido dicha selección hacia la mansedumbre, más bien lo contrario, dado que durante un periodo de tiempo más prolongado que las europeas han estado sometidas al proceso de la “caza de la miel”, lo que ha supuesto una presión de selección no intencionada. Su manejo en la actualidad obliga a la toma de especiales medidas de seguridad para los apicultores, y es por ello que el trabajo se suele realizar bajo la protección de la noche.



Fotografías 1.4 a 1.7. Antecedentes del proyecto: De izquierda a derecha y de arriba a abajo: (1.4) colonia de abejas en el hueco de un árbol; (1.5) colonia en un cántaro de barro propiedad del *Holy Angels Parish*; (1.6) instalación de colmenas *Kenya Top Bar* en el apiario de *Vambara*; (1.7) foto de grupo durante la formación práctica del curso para nuevos apicultores. (Fotos cortesía de A. Meana)

Los miembros europeos del proyecto, expertos en el uso de tecnología sobre modelos de explotación industriales, hubieron de capacitarse en las bases sobre las que se asientan los modelos *Top Bar* para garantizar su adecuado manejo productivo. En los modelos industriales, el rendimiento en miel es el principal indicador de éxito y es necesario utilizar toda una serie de ingenios paralelos para el adecuado procesado del producto, así como para mantener el potencial productivo de la colmena en el máximo. La base de esta alta productividad son principalmente las fundiciones de cera, imposibles de obtener y mantener en las condiciones de temperatura en las que se trabaja en África subsahariana. Por el contrario, los modelos *Top Bar*, fundamentalmente *Kenya Top Bar* y *Tanzania Top Bar*, que son diseños africanos de colmena movilista y, por tanto, asentados sobre el concepto del paso de abeja, están adaptados a la tecnología local, siendo su fundamento la reducción al máximo de los elementos de diseño para permitir su fabricación (casi) por cualquier persona y con cualquier material. La capacitación en estos modelos supuso un cambio mayor a nivel mental que a nivel técnico, dado que hubo que adaptar el paradigma productivo europeo a la realidad local.

Salvados los escollos, la ejecución del proyecto confirmó la total implicación de la contraparte y de los distintos actores con el proyecto desde un contexto cultural distinto al europeo. Algunas de las actividades previstas hubieron de ser reformuladas de mutuo acuerdo con la contraparte para adaptarse mejor a las necesidades reales del proyecto, consiguiéndose a la finalización de la intervención un grado casi total de cumplimiento de los objetivos.

En lugar de un solo colmenar se financió la instalación de dos, uno en la comunidad de *Vambara* y otro en la comunidad de *Abilateega* dotados con veinticinco colmenas cada uno, todas del modelo *Kenya Top Bar*. A la finalización del proyecto, diez colmenas en *Vambara* y ocho en *Abilateega* estaban colonizadas y en producción. De algunas de estas colmenas se pudo realizar una primera cosecha de miel testimonial en el primer curso organizado para nuevos apicultores.

Cuatro jóvenes, dos por comunidad y con una participación igual de ambos géneros (dos mujeres y dos hombres) fueron seleccionados por sus comunidades para ser formados en la *University for Developmental Studies* (UDS) de *Tamale* a cargo del Profesor

Sr. Richard Narteyh. Durante un mes recibieron formación teórica y práctica en apicultura tropical, tras lo cual cada pareja quedó al cargo de los asentamientos de sus respectivas comunidades, así como de las tareas de formación y de todo el equipamiento adquirido por el proyecto.

Estos cuatro jóvenes con la ayuda de un miembro del CIAPA de Marchamalo con muchos años de experiencia en la cría y manejo de abejas, organizaron un primer taller de formación para jóvenes de *Garu-Tempene* y alrededores. Quince alumnos (todos hombres, seleccionados directamente por los jefes de su comunidad) recibieron dos días de formación teórica con prácticas en el colmenar de *Abilateega*. A la finalización del curso, a cada uno de los alumnos se le cedió a modo de préstamo (o *leasing*) una colmena durante un año, con el objetivo de que una vez completado el año apícola, hubiesen podido mejorar sus habilidades y obtenido una primera cosecha de miel con la que garantizarse una primera inversión para continuar su andadura apícola.

Finalmente, durante la fase de ejecución del proyecto se realizó un envío de material desde España que contenía una maquina profesional para cortar madera, dos prensas hidráulicas diseñadas para la extracción de miel, diverso material apícola entre el que se incluían dos modelos de colmena Langstroth y treinta ordenadores donados por la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid.

La aceptación social del proyecto fue alta. Principalmente porque respondía a una necesidad expresada por la contraparte, pero también porque supo involucrar a distintos actores cuya participación resultó clave. El apoyo de los miembros de las comunidades, que a la finalización del proyecto pudieron observar un incipiente beneficio obtenido de la cría y manejo de abejas, ayudó a dar soporte a la tarea emprendida por la contraparte, *Holy Angels Parish*

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

DISEÑO DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y OBJETIVOS

El proyecto para la implantación de la apicultura movilista como una alternativa profesional para jóvenes desempleados de la comunidad de *Garu-Tempane* finalizó a finales de 2010, tal y como estaba previsto. El resultado obtenido motivó una reflexión sobre la conveniencia de dar continuidad a la iniciativa y, en tal caso, sobre la orientación que dicho proyecto debiera tener.

El contexto global en el año 2011 era más complejo que en 2009 cuando se presentó la primera intervención. El principal elemento que da forma a este contexto es la crisis financiera internacional, cuyo escenario es en 2011 mucho más complejo que en sus inicios (finales de 2008), dado que coinciden desequilibrios en ámbitos muy diversos de la economía: el sector inmobiliario, los instrumentos financieros internacionales, los procedimientos de regulación y supervisión del acceso a la financiación, los sistemas de información y estimación del riesgo, o los excesos de la política monetaria en distintos países (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2009), sumados a la volatilidad de los precios del petróleo y al aumento de los precios de los productos alimenticios.

El escenario inmediato es pues notablemente más incierto que el vivido en la última década, cuando se diseñó la primera intervención. Esta coyuntura provoca serios desajustes en las economías de muchos países donantes, obligándoles a afrontar serios acomodos en sus presupuestos. Y una de las partidas más comúnmente afectadas por este proceso de ajuste es la relativa a los programas de apoyo al desarrollo de terceros países. El caso español es un claro ejemplo de ello. El dinero total de la Ayuda Oficial al Desarrollo pasa de 5.015 millones de euros en el año 2009 a 3.206 millones en 2011 y 1.653 millones en 2012 (fig. 2.1).

Se suma a ello que la realidad económica de Ghana cambia sustancialmente en 2010 al iniciarse la exportación de petróleo, que retorna un sustancial ingreso económico tal y como proyectaron organismos tan prestigiosos como el Real Instituto Elcano (Osei y Domfe, 2009). La aparición del petróleo en la economía nacional augura una mejora de los principales indicadores sociales del país: renta per cápita, porcentaje de población bajo el umbral de la pobreza (extrema y moderada), niveles de empleo, esperanza de vida, acceso a la educación e índice de desarrollo humano. Sin embargo no se espera que esta mejora sea inmediata, por lo que, hasta que los efectos de la mejora económica reviertan de forma efectiva sobre la población más vulnerable, parece necesario seguir apoyando tareas de desarrollo que traten de mejorar las condiciones de vida de la población.

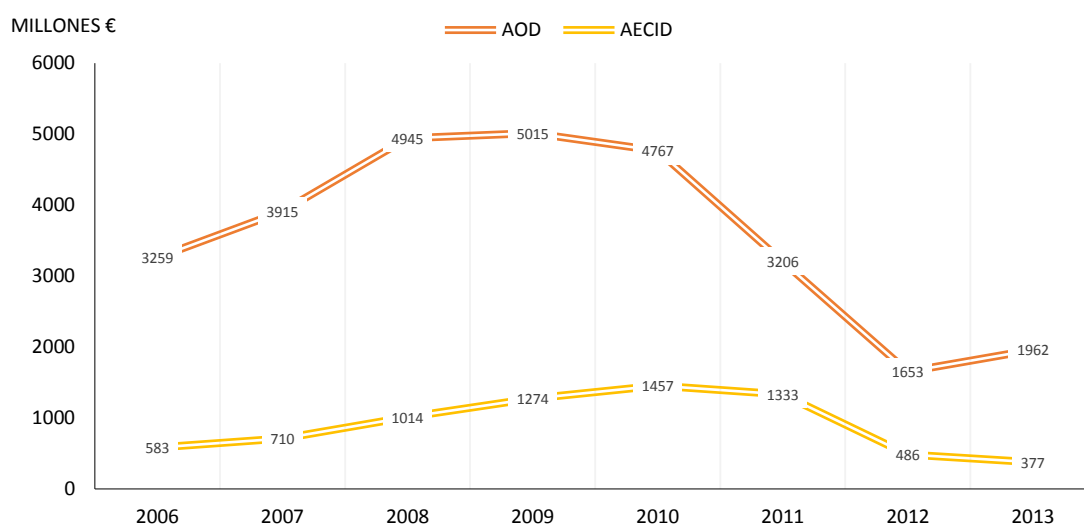


Figura 2.1 Comportamiento de la Ayuda Oficial al Desarrollo de España (AOD: total bruto, millones de €) y de la Ayuda al desarrollo de la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID: total bruto, millones de €). Datos consolidados de 2006 a 2013. Fuente: AECID, Ministerio de Asuntos Exteriores.

Esta reflexión justificó el diseño de una nueva intervención que pudiese dar continuidad a todo el trabajo emprendido en el periodo 2009-2010.

Y aunque en el contexto actual Ghana no está en la lista de países prioritarios para la Cooperación al Desarrollo española, esto no impide que el marco teórico elaborado por las agencias de cooperación y de manera especial el Plan Director de la Agencia Española

de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) para el trienio 2009-2012 se tenga que aplicar a la hora de elaborar las líneas prioritarias de actuación de cualquier intervención para el desarrollo. En este sentido, la declaración de París sobre la eficacia de la ayuda al desarrollo determinó cuatro principios programáticos de obligado cumplimiento para agencias públicas de cooperación (extensibles a modo de recomendación a las agencias privadas como es el caso) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2005):

- i. Principio de apropiación democrática y local, que determina que la autoridad y liderazgo efectivo sobre las políticas y estrategias de desarrollo reside en el país receptor.
- ii. Principio de alineamiento, que obliga a las agencias a permitir dicho liderazgo de los gobiernos y sociedades de los países receptores.
- iii. Principio de armonización, para coordinar, armonizar y hacer eficaces las acciones de los distintos países donantes.
- iv. Principio de rendición mutua de cuentas y de gestión orientada a resultados.

De igual modo, la inclusión de los ejes de actuación transversales, también conocidos como prioridades horizontales, obligan a la integración desde un punto de vista estratégico, político, institucional y operativo de las siguientes líneas de trabajo durante el diseño de las intervenciones (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2009):

- Inclusión social y lucha contra la pobreza.
- Promoción de los derechos humanos y gobernabilidad democrática.
- Promoción de la igualdad de género.
- Sostenibilidad ambiental.
- Respeto a la diversidad cultural.

Del análisis conjunto realizado con la contraparte y de acuerdo con los principios de la declaración de París y las prioridades horizontales para el desarrollo anteriormente mencionadas, se establecieron dos líneas de acción: (i) afianzar el crecimiento del grupo apícola de *Garu-Tempane* mediante la diversificación de las fuentes de ingreso en torno a la apicultura y mediante la creación de una infraestructura física que diera soporte a sus

necesidades de crecimiento; y (ii) conseguir apoyo institucional al desarrollo de la apicultura en la zona norte del país, involucrando a la escuela profesional de formación de técnicos agrícolas y ganaderos *Animal Health and Production College de Tamale* (AHPC). Estas dos líneas de acción propuestas tienen su encaje en los siguientes sectores de intervención de la cooperación española (SECI-MAEC, 2009):

- i. Desarrollo rural y lucha contra el hambre. Contribuir a hacer efectivo el derecho humano a la alimentación y mejorar las condiciones de vida y de seguridad alimentaria de la población rural y urbana.
- ii. Crecimiento económico para la reducción de la pobreza. Apoyar y fomentar un crecimiento económico inclusivo, equitativo, sostenido y respetuoso con el medio ambiente, sustentado en la generación de tejido económico, empresarial y asociativo en los países socios, en los postulados del trabajo decente y en políticas económicas favorables a la reducción de la pobreza y la cohesión social.
- iii. Sostenibilidad ambiental, lucha contra el cambio climático y hábitat. Contribuir a una gestión sostenible del capital natural y favorecer modelos de desarrollo que permitan mejorar el bienestar y la calidad de vida de la población.
- iv. Ciencia, Tecnología e Innovación. Favorecer los procesos de generación, apropiación y utilización del conocimiento científico y tecnológico para mejorar las condiciones de vida, el crecimiento económico y la equidad social.
- v. Género en desarrollo. Contribuir a alcanzar el pleno ejercicio de los derechos humanos (DDHH) y la ciudadanía de las mujeres mediante el empoderamiento, entendido como mecanismo para superar la pobreza y la brecha de desigualdad e injusticia que padecen las mujeres en sus relaciones de género.

De igual modo, la intención de este diseño es que el trabajo en ambos frentes esté en línea con los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Esta acción permitirá avanzar en tres de ellos: (i) erradicar la pobreza extrema y el hambre; (ii) promover la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres; y (iii) asegurar una mayor sostenibilidad ambiental.

Este encaje, tanto con las líneas de acción de la cooperación española como con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, permite justificar la necesidad de la intervención en la oportunidad que el momento ofrece para afianzar la viabilidad del proyecto apícola de

Garu-Tempene (como alternativa para la generación de empleo y riqueza a nivel local), mediante una mayor formación que permita aprovechar todo el potencial productivo que la apicultura ofrece. En línea con lo anterior, la mejora productiva justifica la necesidad de formar personal técnico capaz de realizar un adecuado manejo sanitario de la producción de miel y otros productos apícolas, todos ellos destinados en última instancia a consumo humano.

Objetivo general y objetivos específicos

El objetivo general del proyecto es establecer las bases para el fortalecimiento de la relación entre el Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria (Universidad Complutense de Madrid) y el *Animal Health and Production College* (AHPC) en *Pong-Tamale*, para potenciar la apicultura como actividad profesional en el norte de Ghana, estimulando la docencia y la investigación en la zona, y en colaboración con el grupo apícola de reciente creación en *Garu-Tempene* dependiente del *Holy Angels Parish* (HAP). Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Consolidar el proyecto apícola de *Garu-Tempene*, potenciando las iniciativas locales para diversificar las fuentes de ingreso.
2. Favorecer las capacidades y los medios docentes del *Animal Health and Production College*.
3. Conocer la situación sanitaria de la cabaña apícola en Ghana y promover la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola.

2.2 DISEÑO DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN: LÓGICA DE LA INTERVENCIÓN

Para poder alcanzar satisfactoriamente los objetivos específicos propuestos, se ha previsto la realización de un conjunto de actividades cuyo desarrollo habrá de permitir alcanzar cinco resultados. La lógica de intervención inicialmente prevista (objetivos específicos - resultados esperados - actividades) se presenta a continuación de forma resumida:

Resultado esperado	Actividades previstas
1. Edificado un centro apícola	1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola
2. Ampliadas las fuentes de ingreso	2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo <i>Kenya Top Bar</i> 2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas 2.3 Acondicionar una nueva mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad requeridos
3. Extendidas las capacidades docentes de los miembros del AHPC	3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC 3.2 Proporcionar material docente actualizado
4. Renovados los medios docentes del AHPC	4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico 4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación 4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación 4.4 Dotar material para el manejo apícola
5. Mejorado el conocimiento sobre el estado sanitario de la cabaña apícola	5.1 Realizar un muestreo nacional

Para alcanzar el primero de los objetivos específicos propuestos se desarrollarán cuatro actividades, todas ellas en *Garu-Tempene* (región *Upper-East*). Estas actividades habrán de permitir la obtención de los dos primeros resultados esperados: edificado un centro apícola y ampliadas las fuentes de ingreso.

El segundo de los objetivos específicos se alcanzará mediante el desarrollo de seis actividades que deben permitir la obtención de los dos siguientes resultados esperados; a saber, extendidas las capacidades docentes de los miembros del AHPC y renovados los medios docentes del AHPC. Todas las actividades correspondientes a este objetivo se realizarán en *Pong-Tamale* (región *Northern*).

Finalmente se ha previsto una única actividad para alcanzar el último de los tres objetivos específicos planteados. De esta actividad se espera obtener el último resultado esperado: mejorado el conocimiento sobre el estado sanitario de la cabaña apícola. Su desarrollo se coordinará desde *Pong-Tamale*, aunque el muestreo requerirá viajar por todo el territorio de Ghana y parte del análisis de las muestras se realizará en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid y en las instalaciones del Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA).

Cronograma de actividades

ACTIVIDAD		MES en el que está previsto su desarrollo												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.1	Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola			X	X	X	X							
2.1	Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo <i>Kenya Top Bar</i>													
2.2	Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas						X							
2.3	Acondicionar una mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad						X							
3.1	Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
3.2	Proporcionar material docente actualizado:		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
	Diseño de Unidades		X	X	X	X								
	Discusión Unidades						X							
	Grabación								X	X	X			
	Producción											X	X	
4.1	Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico	X	X											
4.2	Instalar un colmenar de prácticas e investigación		X											
4.2	Selección terrenos colmenares		X											
4.3	Proveer el laboratorio con material de investigación	X	X											
4.4	Dotar material para el manejo apícola		X				X							
5.1	Muestreo y prevalencia de patógenos			X	X	X	X	X	X	X	X			

1°. desplazamiento

X

2°. desplazamiento

X

3°. desplazamiento

X

4°. desplazamiento

X

Descripción de las contrapartes

El *Holy Angels Catholic Parish* es una parroquia de la Iglesia Católica que trabaja en *Garu-Tempne* desde el año 1964, en el que la diócesis a la que pertenece esta localidad decidió unificar en torno a una todas las pequeñas iglesias que trabajaban en las aldeas próximas. Dicha labor la comandó un pastor canadiense, Rvdo. Jacques Morin. Desde ese momento la aspiración de esta organización fue la de mejorar las condiciones de vida de las personas, involucrándose en proyectos de desarrollo, una aspiración intacta con el paso de los años dado que la zona sigue estando en una posición de desventaja con respecto a otras zonas de Ghana. La formación de capital humano mediante la educación y la mejora de los servicios sociales han supuesto una prioridad en los proyectos de esta organización. Entre los logros de estos proyectos se encuentran el establecimiento en la zona de 4 guarderías, 6 escuelas de jardín de infancia, 6 escuelas de primaria, 4 de secundaria y un sistema de apadrinamiento de alumnos.

Por su parte, para hacer frente a la falta de un programa de formación de veterinarios en el norte de Ghana, el *Animal Health and Production College* tiene entre sus atribuciones la formación de personal técnico (con un nivel académico equivalente al de formación profesional en el Estado español) para la promoción de la sanidad animal y la mejora de la producción de animales de abasto. En sus inicios el currículum contemplaba únicamente aspectos relacionados con la producción, hasta que en 1988 y bajo el auspicio de la Universidad de Cape Coast (*University of Cape Coast*) se revisó el mencionado currículum para abordar todo lo concerniente a la sanidad de los animales de renta, garantizando así cubrir la necesidad nacional de promover los servicios veterinarios y producir proteína de origen animal de forma local y a un precio accesible para la población. En la actualidad se ha introducido un enfoque emprendedor en los programas de formación para promover la generación de empleo.

Actualmente existen en Ghana dos programas universitarios aprobados para la formación de veterinarios. Por un lado la Universidad de Ghana (*University of Ghana*) ofrece desde el curso 2009/2010 un programa de formación equivalente a un nivel de Licenciado en Veterinaria (*Doctor of Veterinary Medicine*) en su campus de Legon, Accra (región *Greater Accra*), que se imparte en la Escuela de Veterinaria (*School of Veterinary*

Medicine) ubicada dentro de la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas (*College of Basic and Applied Sciences*). En el primer año en que se ofertó esta formación solo accedieron a este programa diez alumnos. Por otro lado, la Universidad de Ciencia y Tecnología Kwame Nkrumah (KNUST) ofrece desde el año 2009 un programa de formación de seis años para veterinarios (*Doctor of Veterinary Medicine, DVM*) en su campus de Kumasi (región *Ashanti*).

Ambas escuelas se establecen para formar veterinarios con suficientes competencias clínicas y científicas para responder adecuadamente a los retos de salud animal y zoonosis que Ghana afronta. La escasez nacional de veterinarios es reconocida por el Gobierno, pero la apertura de estas escuelas no ha sido capaz de atajar adecuadamente la falta de profesionales. El acceso a estos programas de formación sigue siendo limitado por dos razones principalmente: (i) el nivel académico requerido para el acceso a la universidad no es alcanzable por un amplio sector de la población; y (ii) el coste que supone para el núcleo familiar no es asumible por la inmensa mayoría de las familias Ghanesas.

En este contexto, las escuelas de formación técnica como el AHPC ofrecen a los estudiantes programas de formación más asequibles tanto a nivel académico como económico, realizando una importante labor para el país mediante la formación de profesionales.

Descripción de los beneficiarios

Existen varios grupos de individuos directa o indirectamente beneficiados por el proyecto, que se sitúan en las localizaciones anteriormente mencionadas.

En *Garu-Tempene*, los cuatro monitores pertenecientes a las comunidades de *Vambara* y *Abilateega* verán sus competencias mejoradas mediante la formación recibida, a la vez que se mejorarán las posibilidades de crecimiento del proyecto apícola mediante las instalaciones creadas. La creación de espacios físicos, en los que instalar la mielería y la carpintería, favorecerá estas posibilidades de crecimiento y podrá beneficiar

indirectamente a las personas que queden al cargo de ellos. Se tratará de tejer las bases para la creación de una cooperativa apícola, implicando a todos los jóvenes previamente iniciados en la apicultura, de forma que, tanto ellos como sus familias, puedan beneficiarse de la oportunidad que las nuevas instalaciones brindan a tal efecto.

En *Pong-Tamale*, todos los profesores del *Animal Health and Production College* recibirán formación en apicultura y sanidad apícola, estén directamente relacionados con la docencia de este campo académico o no. Los docentes directamente relacionados con las enseñanzas de producción apícola y de enfermedades infecciosas y parasitarias recibirán material docente que mejorará sus recursos didácticos y su trabajo. Gracias a la mejora en las capacidades y medios docentes, los alumnos de la escuela recibirán una mejor formación en estos campos tanto a nivel teórico como práctico, y de una forma tal que estos nuevos conocimientos adquiridos serán de utilidad para su ejercicio profesional futuro.

Los vínculos establecidos entre el *Animal Health and Production College* y el Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria (UCM, Universidad Complutense de Madrid) podrán servir para que alumnos de la UCM puedan realizar trabajos de cooperación o investigación en Ghana, beneficiándose de esta acción de forma indirecta.

Finalmente, el conocimiento científico generado en torno a la salud de la cabaña apícola de Ghana servirá a todas aquellas personas que, desde cualquier punto de vista, dediquen parte de su tiempo a la apicultura, facilitándose una mejor comprensión del estado actual y pudiendo por tanto emprenderse acciones y proyectos a medio y largo plazo para seguir potenciando el desarrollo de la misma.

2.3 ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Tradicionalmente la viabilidad se ha entendido como sinónimo de “factibilidad”, o dicho de otra forma, de las posibilidades reales que tienen las acciones planificadas de ser llevadas a cabo. Históricamente este análisis se ha hecho desde un punto de vista técnico y económico, estando este segundo íntimamente ligado al concepto de eficiencia de la acción, entendido como un estudio de coste-beneficio. La experiencia acumulada con el paso del tiempo ha permitido conceptualizar la viabilidad de una forma más amplia, entendida en términos no sólo económicos sino de sostenibilidad, soporte de políticas de apoyo o adecuación tecnológica. El concepto de viabilidad es ahora más amplio y podemos decir que se entiende como el grado en el que los efectos positivos derivados de la intervención continuarán una vez que se ha retirado la ayuda externa (AECID, 2013). A continuación se presenta un análisis de la viabilidad del proyecto en torno a ocho aspectos.

- i. Políticas de apoyo. El diseño de la intervención ha tenido en cuenta la línea política de desarrollo del Gobierno de Ghana. Este proyecto incide en tres aspectos clave de esta política: el fomento de la mejora de las condiciones de vida en las zonas más deprimidas del país, la lucha contra el desempleo juvenil y la mejora educativa, especialmente en lo que respecta a la formación de niveles técnicos profesionales.

El norte de Ghana es la zona más deprimida del país y por tanto la que maneja unos peores índices de desarrollo. La adopción de la GSGDA (*Ghana Shared Growth and Development Agenda*, ver página 18) propone afrontar las diferencias entre regiones mejorando los niveles de ingreso medio de las familias y su acceso al empleo y la educación (African Development Bank and African Development Found, 2012). Si bien la apicultura es un sector productivo minoritario, y que actualmente no cuenta con el respaldo de ninguna política sectorial propia, existen en Ghana hasta 43 entidades que tienen algún tipo de relación con el sector apícola y que tratan de promover este marco regulatorio (Akangaamkun y col., 2010). En cualquier caso, el fomento de la apicultura no va en contradicción con ninguna de las líneas de acción prioritarias del Gobierno,

sino que, más bien al contrario, trabaja en la misma línea propuesta pero sin contar con soporte activo de la administración.

La política nacional de empleo de Ghana analiza algunos de los factores que explican las altas tasas de desempleo juvenil, que se deben principalmente a tres causas: (i) la débil unión entre el sistema educativo y los sectores productivos de la economía; (ii) la discordancia entre las habilidades y competencias que adquieren los jóvenes en su formación y las que requiere el mercado de trabajo; y (iii) al débil apoyo al emprendimiento para la generación de autoempleo (Ministry of Employment and Labour Relations, 2014). El diseño del proyecto trata de atajar estas discordancias incidiendo principalmente en lo referido a la formación para el autoempleo. Así, este trabajo está totalmente alineado con la política de formación del *Animal Health and Production College* y de las Universidades con las que el AHPC tiene relación: *University of Cape Coast* y *University for Developmental Studies*. Estas instituciones mantienen una actitud proactiva en este sentido, dando a su formación una aplicabilidad prioritaria para el empleo propio, así como para sectores públicos y privados de la economía. En este caso no se establecerán líneas de trabajo conjunto con las dos universidades en las que se imparte un programa de formación para veterinarios. Se considera prioritario establecer contactos que faciliten la elaboración de un análisis conjunto de las necesidades previo al desarrollo de cualquier acción.

El encaje del proyecto con las directrices marcadas por las agencias de cooperación españolas ha sido previamente analizado y no se incidirá más sobre él en este punto.

- ii. Aspectos institucionales. Una de las metas que se propone este proyecto es favorecer la creación de una red de apoyo institucional que permita el fortalecimiento de las relaciones entre las entidades, para asegurar que en un futuro cercano se siga trabajando en torno a la apicultura como una herramienta para la mejora de las condiciones de vida de los individuos, de la formación y de la investigación.

Para ello, participan en este proyecto varias instituciones. Por la parte española participan el Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de

Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid y el Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA). Por la parte ghanesa participan la escuela de formación veterinaria *Animal Health and Production College* y el grupo apícola de *Garu-Tempene*. Los cursos de formación en el AHPC serán impartidos por miembros españoles de la UCM y del CIAPA, mientras que los cursos para apicultores en *Garu-Tempene* serán impartidos tanto por miembros de la UCM como por los propios miembros del proyecto en *Garu-Tempene*. De esta forma por parte de cada país se implican dos instituciones, una de carácter universitario y otra de carácter profesional, estableciéndose así la base sobre la que se dará la transmisión del conocimiento entre ambos países y entre los diferentes organismos.

El responsable del proyecto en *Pong-Tamale* será el director del *Animal Health and Production College*, Dr. Eric Obeng Bempong, quien se ha comprometido a facilitar las instalaciones necesarias para el desarrollo del proyecto, así como a facilitar la organización de los cursos de formación y la instalación del colmenar. Dada su dependencia orgánica del Ministerio de Agricultura y Alimentación (*Ministry of Food and Agriculture, MoFA*) facilitará el contacto con los servicios veterinarios oficiales de la región quienes estarán al tanto de las actividades del proyecto, así como el contacto con otras escuelas del país. Por su parte, el responsable del proyecto en *Garu-Tempene* será el Rvdo. Desmond Murtala, quien ya fue responsable del primer proyecto llevado a cabo en la zona.

Durante el muestreo nacional a realizar por todo el territorio de Ghana se tratará de recoger información y tomar contacto con distintas asociaciones de apicultores e individuos con suficiente peso específico en sus comunidades, de forma que puedan servir de apoyo al proyecto. El objetivo será facilitar la comunicación entre estos actores y los dos organismos del proyecto: la escuela de *Pong-Tamale* y el grupo apícola de *Garu-Tempene*. De igual modo, se tratará de involucrar a la Universidad de reciente creación en *Tamale, University for Developmental Studies (UDS)*, en la mejora de la docencia del AHPC.

Los muestreos y el posterior análisis de las muestras para conocer el estado sanitario de la cabaña apícola de Ghana estarán al cargo de los miembros de la

UCM y del CIAPA, quienes se responsabilizarán tanto de la toma de muestras como de la ejecución de los análisis pertinentes y la discusión de los resultados.

- iii. Aspectos socioculturales. Las dos zonas de actuación del proyecto se sitúan en dos de las tres regiones que conforman la fracción norte del país y que son las regiones más deprimidas en términos tanto económicos como sociales. En estas regiones conviven individuos pertenecientes a distintas etnias y religiones, por lo que es importante que todas las actividades del proyecto tengan en cuenta los distintos grupos étnico-religiosos de forma que su diseño sea inclusivo con todos ellos. En este sentido, una de las principales ventajas que presenta el trabajo con abejas es que no generan ningún tipo de rechazo por razones culturales o étnicas. La apicultura ha sido una actividad practicada por todos los pueblos y culturas desde la antigüedad allí donde ha habido abejas.

El trabajo con etnias locales obligará a incorporar personal local para favorecer las comunicaciones, dado que en Ghana más de una cuarta parte de la población es analfabeta y sólo se comunican en su dialecto local. Por ello, la participación como mediadores de individuos que puedan comunicarse en inglés y a su vez en los dialectos locales, es esencial.

Tanto la actividad misma como sus productos, especialmente en el caso de la miel, han sido siempre muy apreciados por las distintas sociedades tanto por su alto valor energético, como por su uso como condimento y edulcorante, además de por sus distintas aplicaciones a nivel medicinal. Se espera que, tanto el fomento de la actividad productiva como la mejora en el control sanitario de la producción, sean bien acogidos tanto por los beneficiarios como por el resto de miembros de la comunidad, y que los resultados obtenidos en forma de beneficios de la actividad apícola generen un efecto multiplicador, por el que cada vez más individuos se sumen a emprender en la apicultura.

Como en otras partes del continente africano, la apicultura en Ghana tiene sus orígenes en los llamados cazadores de miel y, aunque en la actualidad esta práctica se sigue realizando, cada vez son más los que se acercan a la apicultura desde un punto de vista productivo. El consumo de miel en Ghana excede con mucho la oferta, sin embargo uno de los principales retos que afronta el sector

nacional es la mala imagen que existe sobre la calidad del producto, heredada del tiempo en el que la caza de la miel era la forma de obtención de miel mayoritaria. Se han apreciado distintas percepciones de la calidad del producto en función del envasado del mismo (Akangaamkun y col., 2010), por lo que será esencial trabajar en la creación de una imagen de marca y en la percepción social de la misma, ligándola a una garantía de la calidad del producto.

- iv. Enfoque de género. Es fundamental que las intervenciones de cooperación contemplen como una prioridad incorporar, visibilizar y dar apoyo a la mujer, sea cual sea el contexto del proyecto. Y esto es así porque las mujeres tienen un efecto catalizador en este tipo de intervenciones a la hora de implementar actitudes de cambio en la sociedad, poniendo en valor la igualdad de capacidades sin exclusión por razón de género. Las mujeres en Ghana, como vertebradoras del núcleo familiar, desarrollan una infinidad de tareas que no siempre son adecuadamente valoradas.

En el caso concreto de la apicultura, la mujer participa mayoritariamente en las tareas de envasado, compra y venta de miel y cera, sin embargo su visibilidad es baja. Esta intervención pretende fomentar la inclusión de la mujer en toda la cadena de producción apícola al no existir razones que limiten su participación por cuestión de género. Se seguirá apostando por la igualdad en el acceso y participación de las mujeres en todas y cada una de las actividades que se realicen, teniendo en consideración las diferencias culturales existentes y por ello incidiendo en la igualdad de capacidades como una de las razones para la no exclusión.

A nivel académico y científico la mujer sigue ocupando un papel minoritario. Sirva como ejemplo que el número de alumnos del AHPC dobla al número de alumnas. Sin embargo el proyecto cuenta con una gran fortaleza, al ser una mujer la encargada de la docencia en apicultura y la que estará al cargo del uso y mantenimiento del apiario y del futuro laboratorio. Se utilizará su ejemplo para reforzar la imagen de la igualdad de capacidades.

- v. Factores tecnológicos. Durante el diseño de la intervención se ha tenido especial cuidado al seleccionar la tecnología a emplear. En el mercado de Ghana se puede encontrar todo tipo de productos, con niveles de desarrollo tecnológico que van desde lo más básico hasta los componentes más especializados. Sin embargo, el poder adquisitivo y la cualificación de los técnicos suelen ser los dos elementos más comunes que restringen el acceso a la tecnología más compleja.

Por ello, a la hora de dotar un laboratorio básico de diagnóstico microbiológico y parasitológico para la detección de enfermedades infectocontagiosas de abejas, se ha tenido en cuenta que tanto el material como los procesos diseñados se adecuasen al nivel de formación del personal del AHPC, así como al poder adquisitivo de la escuela. Además su diseño se ha realizado con vistas a que pueda ser utilizado en el diagnóstico de patologías infecciosas y parasitarias de otras especies de producción.

A nivel apícola se seguirá apostando por el modelo de diseño africano *Top Bar* tras comprobar su adecuado rendimiento en *Garu-Tempane*, así como su exitoso grado de implantación en otras regiones de Ghana. Con respecto al sistema de extracción de la miel, se fomentará el uso de prensas frente a otros métodos más tradicionales como la extracción por calor. La calidad de esta miel está en relación directa con su origen y con el método de extracción. Así, la miel que obtienen los cazadores es de peor calidad por haber sido expuesta a una gran cantidad de calor y humo durante su recolección, además de por contener restos de cría u otros productos de la colmena dado que el proceso de extracción es muy rudimentario y suele ser muy poco cuidadoso. Mejor calidad tiene la miel cuando se extrae aplicando calor (solar por ejemplo), si bien el calentamiento del producto acelera su degradación, siendo fundamental un adecuado control de la temperatura. La extracción por prensado ofrece grandes ventajas con respecto a los sistemas tradicionales puesto que es capaz de mantener la calidad de la miel en unos estándares tan altos como cuidadoso sea el apicultor durante todos los procesos que van desde la recogida hasta el envasado del producto final.

- vi. Factores medioambientales. Las condiciones medioambientales del norte de Ghana son inmejorables para el aprovechamiento apícola. Es una zona de sabana

que ofrece una amplia variedad de flora de aprovechamiento melífero la práctica totalidad del año, ya que en la época más seca los mielatos cubren la falta de néctar florar. Si se manejan adecuadamente las poblaciones de abejas durante los meses previos a este momento, es posible evitar la enjambrazón por falta de alimento, lo que permite el mantenimiento de las colonias durante años y la extracción de hasta tres cosechas de miel por año dependiendo de las particularidades concretas de cada zona (Mutsaers, 1992, 2010). El principal factor limitante de la producción es el acceso al agua, ya que por lo demás, existen numerosos enjambres silvestres que pueden ser fácilmente atraídos hacia el interior de colmenas, permitiendo un rápido inicio de la actividad apícola.

La apicultura mantiene una estrecha relación con el medio ambiente, ejerciendo un impacto positivo sobre la diversidad de especies mediante la polinización biótica. El fomento de la apicultura va de la mano de la defensa de la biodiversidad y de la conservación del medio ambiente, y este proyecto pretende trabajar y concienciar en esa línea.

El proyecto también contempla otros elementos que suponen un reto ambiental, como es el caso de la construcción de estructuras físicas, cuyo impacto siempre es negativo. Sin embargo, siempre que sea posible el diseño apostará decididamente por la reutilización de los espacios físicos ya existentes frente a la edificación de nuevos, mediante la adecuación de estos a las necesidades del proyecto. Se apuesta por este reciclaje de estructuras físicas por entender que permite no sólo la reducción de costes, sino la reducción en el empleo de materiales y energía.

- vii. Factores económico-financieros. Los aspectos económicos y financieros del proyecto se han analizado bajo el principio de eficacia, es decir, tratando de maximizar los resultados y minimizando la inversión o coste. Existen tres aspectos financieros a tener en cuenta. El primero de ellos tiene que ver con la sostenibilidad de la inversión hasta la finalización de la acción, garantizada por medio de la entidad privada AIRBUS quien financiará la totalidad de la memoria económica del proyecto. El segundo tiene que ver con la eficiencia del presupuesto, el cual se ha calculado teniendo en previsión una evolución

desfavorable de la economía que afecte negativamente al tipo de cambio de divisa. Aunque todas las previsiones indican un ciclo económico favorable en Ghana durante el desarrollo del proyecto, este cálculo prudente se aplicará a modo de fondo de previsión. El tercero y último de los aspectos financieros a tener en cuenta tiene que ver con la sostenibilidad financiera del proyecto a largo plazo. Para garantizar esta sostenibilidad, el diseño ha previsto mecanismos para la autofinanciación tanto en el *Holy Angels Parish* como en el *Animal Health and Production College*, que habrán de hacer frente a unos costes de mantenimiento del proyecto ya de por sí bajos, de forma que a nivel financiero se pueda garantizar con cierto éxito la sostenibilidad futura del proyecto.

Visibilidad de la cooperación

Para los financiadores y las agencias de cooperación es siempre importante dejar constancia del trabajo hecho. Una de las formas de dar visibilidad a estas acciones es mediante publicaciones, comunicaciones o elementos físicos indelebles que dejen constancia del trabajo realizado. En todas las instalaciones financiadas por este proyecto se realizará la impresión física y visible de dicha ayuda, haciendo constar en lugar destacado el logo de los financiadores y de la organización que da soporte a este trabajo, la Universidad Complutense de Madrid.

MATERIAL Y MÉTODOS

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de tesis doctoral que se presenta en esta memoria consta de dos grandes intervenciones bien diferenciadas: de una parte, el trabajo que se ha realizado en materia de cooperación al desarrollo, que se expone en los capítulos I y II; de otra parte, el trabajo de investigación científica, que queda reflejado en el capítulo III. Dada la divergencia metodológica entre ambos bloques, para permitir una mejor comprensión del trabajo realizado se ha considerado oportuno desarrollar con detalle el material y métodos empleados en cada uno de los capítulos anteriormente mencionados.

No obstante esto, se ha considerado adecuado incluir este apartado metodológico para presentar, de forma resumida, la metodología que ha sido necesario emplear en la consecución de cada uno de los tres objetivos específicos anteriormente enunciados.

3.1 RE-EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO TRAS SU APROBACIÓN

Una vez conseguida la financiación para el desarrollo del proyecto tal y como se ha presentado en el apartado anterior, se realizó una evaluación del diseño del mismo para adaptarlo a la financiación obtenida. De esta reflexión se identificó la necesidad de modificar tanto las actividades previstas como el calendario de trabajo. Estas modificaciones se desarrollan a continuación.

El diseño inicial del proyecto contemplaba su realización en el plazo de doce meses. La consecución de una financiación adecuada, permitió plantear un desarrollo más pausado y extendido en el tiempo, obligando a la elaboración de un nuevo cronograma de actividades que adaptase la planificación, teniendo en cuenta unos plazos razonables una vez determinada la fecha de inicio del proyecto (marzo de 2012).

De la revisión del diseño, se decidió plantear la consecución de dos nuevos resultados esperados: (i) fomentado el interés apícola entre alumnos del AHPC (resultado esperado 5), mediante la impartición de unas jornadas de iniciación a la apicultura para todos aquellos alumnos del AHPC interesados (actividad 5.1), como parte de la estrategia para la consecución del segundo objetivo específico; y (ii) sentadas las bases para que en el AHPC se pueda realizar investigación (resultado esperado 7), mediante el diseño y realización de un ensayo piloto frente al agente nosógeno más prevalente detectado en el muestreo (actividad 7.1), con el interés final de promover la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola.

Este último resultado, aunque planteado para ser realizado, no se programó dentro del cronograma de actividades, dejando abierto el momento de su realización. Se hizo así por dos razones: (i) no estar contemplado dentro de la financiación inicial del proyecto, siendo necesario buscar un nuevo financiador para ello; y (ii) pensando en la necesidad de realizar una evaluación de los resultados del proyecto *in situ*, pasado un tiempo prudencial desde la finalización de las acciones. Este tipo de análisis, permiten una valoración más certera de los logros alcanzados por la intervención, dado que pone en evidencia la viabilidad real de las acciones desarrolladas.

Nueva lógica de la intervención

Resultado esperado	Actividades previstas
1. Edificado un centro apícola	1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola
2. Ampliadas las fuentes de ingreso	2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo <i>Kenya Top Bar</i> 2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas 2.3 Acondicionar una nueva mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad requeridos
3. Extendidas las capacidades docentes de los miembros del AHPC	3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC 3.2 Proporcionar material docente actualizado
4. Renovados los medios docentes del AHPC	4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico 4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación 4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación 4.4 Dotar material para el manejo apícola
5. Fomentado el interés apícola entre alumnos del AHPC	5.1 Impartir unas jornadas de iniciación a la apicultura para todos los alumnos interesados
6. Mejorado el conocimiento sobre el estado sanitario de la cabaña apícola	6.1 Realizar un muestreo nacional
7. Sentadas las bases para que en el AHPC se pueda realizar investigación	7.1 Realizar un ensayo piloto frente al agente nosógeno más prevalente detectado en el muestreo

Nuevo cronograma de actividades

A*	MES en el que está previsto su desarrollo																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.1				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
2.1		X	X														X	X			X	X
2.2											X	X	X									
2.3											X	X	X									
3.1									X	X												
3.2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diseño	X	X	X																			
Discus.					X	X	X	X			X	X	X	X	X	X						
Grab.									X	X							X	X				
Prod.																			X	X	X	X
4.1										X	X	X	X	X	X							
4.2										X	X											
4.3						X	X					X	X	X								
4.4																	X	X				
5.1																	X	X				
6.1																	X	X		X	X	

1°. desplazamiento	X	X																				
2°. desplazamiento								X	X													
3°. desplazamiento																	X	X				
4°. desplazamiento																					X	X

***Actividades:** Inicio (mes 1): marzo de 2012

- 1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola.
- 2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo *Kenya Top Bar*.
- 2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas.
- 2.3 Acondicionar una mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad.
- 3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC.
- 3.2 Proporcionar material docente actualizado.
- 4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico.
- 4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación.
- 4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación.
- 4.4 Dotar material para el manejo apícola.
- 5.1 Impartir unas jornadas de iniciación a la apicultura para todos los alumnos interesados.
- 6.1 Realizar un muestreo nacional.
- 7.1 Realizar un ensayo piloto frente al agente nosógeno más prevalente detectado en el muestreo. (Finalmente realizada entre los meses de agosto y septiembre de 2015, junto con la evaluación final del proyecto)

3.2 MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución del primero de los objetivos específicos, consolidar el proyecto apícola de *Garu-Tempane*, potenciando las iniciativas locales para diversificar las fuentes de ingreso, hubo que emplear una metodología propia de las intervenciones de cooperación. Este tipo de acciones tienen una componente de trabajo social muy importante, mediante la cual se discuten todos los pasos a dar, asegurando que todos los actores se puedan ver adecuadamente reflejados en las acciones emprendidas. Esto tuvo que ser así para las cuatro acciones desarrolladas en este capítulo.

La construcción de un edificio de nueva planta destinado a ser un centro apícola, el establecimiento de una carpintería y el acondicionamiento de una sala de extracción de miel, son acciones que requieren de un trabajo conjunto entre las partes, implicando a los beneficiarios locales en el desarrollo de las mismas. Además, son acciones cuyo desarrollo metodológico trasciende el ámbito del trabajo científico.

La capacitación de los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo *Kenya Top Bar*, requirió por parte del equipo español, un proceso de investigación y formación previo, antes de poder trasladar esa habilidad a los miembros del proyecto en Ghana. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de los manuales de cooperación apícola disponibles y uno de los miembros del proyecto se desplazó a *Monmouth* (Reino Unido), para realizar un taller de formación con la organización *Bees for Development*, sobre apicultura sostenible y construcción de colmenas *Kenya Top Bar*.

Para alcanzar el segundo objetivo específico, favorecer las capacidades y los medios docentes del *Animal Health and Production College*, la metodología de nuevo difiere del trabajo científico y se aproxima al trabajo de investigación para la mejora académica. Se realizó una revisión de la programación docente del *Animal Health and Production College* para considerar la mejor forma de aprovechar el potencial de la docencia e investigación en apicultura, como herramienta para la mejora académica. También se realizaron intervenciones en espacios físicos, y se mejoró el acceso a material para la docencia y la investigación.

Finalmente, para la consecución del tercer y último de los objetivos específicos marcados, conocer la situación sanitaria de la cabaña apícola en Ghana y promover la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola, sí se ha empleado una metodología de investigación científica.

Este capítulo cuenta con dos actividades, la primera de las cuales consistió en un muestreo para la determinación del estado sanitario de la cabaña apícola en Ghana. Para ello se emplearon diferentes técnicas de muestreo parasitológico y microbiológico, que comprenden la toma de muestra, su conservación y su posterior análisis. Este análisis se hizo mediante técnicas clásicas para la visualización del agente y mediante técnicas moleculares previamente ensayadas y validadas para el diagnóstico de distintos agentes.

La segunda de las actividades, el ensayo clínico piloto para evaluar la eficacia de un medicamento en las condiciones propias de la apicultura en Ghana, se planificó de acuerdo con las especificaciones de ensayo de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), para ser posteriormente adaptado a la realidad encontrada *in situ*. Se este trabajo se extraen una serie de recomendaciones metodológicas muy útiles para futuras evaluaciones clínicas.

CAPÍTULO I

APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO ECONÓMICO

Como ya se ha comentado anteriormente, el empleo de la apicultura en proyectos de desarrollo rural es una alternativa con un gran potencial generador de riqueza. En este primer capítulo se expone el trabajo que se ha realizado utilizando el desarrollo apícola como motor económico a nivel local.

Para dar cumplimiento al primero de los objetivos específicos del proyecto se han diseñado cuatro actividades, cuyo desarrollo ha de permitir que se alcancen los dos resultados esperados de este primer capítulo; a saber, la edificación de un centro apícola y la ampliación de las fuentes de ingreso del proyecto apícola, todo ello en *Garu-Tempane* (tabla 4.1).

Tabla 4.1 Resultados esperados y actividades previstas para la consecución del primer objetivo específico del proyecto: *Consolidar el proyecto apícola de Garu-Tempane, potenciando las iniciativas locales para diversificar las fuentes de ingreso.*

Resultados esperados	Actividades previstas
1. Edificado un centro apícola	1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola
2. Ampliadas las fuentes de ingreso	2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo <i>Kenya Top Bar</i> 2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas 2.3 Acondicionar una nueva mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad requeridos

La intervención en este capítulo es heredera de los antecedentes del proyecto y de las necesidades identificadas en la evaluación final del mismo. Si la intervención del periodo 2009-2010 buscaba ofrecer a los jóvenes desempleados una alternativa para el autoempleo y la generación de riqueza, el objetivo ahora es consolidar el proyecto apícola potenciando las iniciativas locales para diversificar las fuentes de ingreso.

Este primer capítulo tiene un claro componente de trabajo en cooperación al desarrollo, lo que complica su redacción siguiendo un desarrollo científico clásico, que abarque introducción, material y métodos, resultados y discusión. Por ello, tras la somera presentación de la metodología en el apartado anterior, se ha optado por exponer de forma secuencial el desarrollo de las actividades previstas y seguidamente realizar una evaluación de los resultados obtenidos y una discusión de los mismos. El texto se acompaña de algunas fotografías seleccionadas para ilustrar cada una de las actividades, si bien en el anexo I puede consultarse una galería de imágenes más amplia.

4.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS

A1.1 Realizar una edificación de nueva planta que sirva como centro apícola

Tras la finalización de la primera intervención en *Garu-Tempane* en el año 2010, la evaluación final del proyecto puso de manifiesto la necesidad de agrupar todo el capital material y humano generado en un mismo espacio para dar mayor visibilidad y soporte al proyecto, afianzando sus posibilidades futuras de crecimiento. Fruto de una reflexión conjunta entre los miembros de la UCM y del *Holy Angels Parish* se decidió que la mejor manera de afrontar esa necesidad era generar un centro apícola, y ante la ausencia de un espacio adecuado a tal efecto la solución natural era construirlo.

El *Holy Angels Parish* de *Garu-Tempane* se ubica en la entrada norte de la carretera que viene desde *Bawku*, capital del distrito. Sus terrenos se extienden a ambos lados de la mencionada carretera, y en ellos se ubican distintos edificios (alojamientos privados, edificios de la misión, iglesia y distintas escuelas) todos ellos pertenecientes al *Holy Angels Parish* (figura 4.1).

El único terreno disponible en el que acometer la necesidad de construir un edificio de nueva planta se sitúa al este de la carretera, cerca de las distintas escuelas de primaria y secundaria que conforman el complejo educativo del HAP y cuya disposición delimita el final de los terrenos de su propiedad.

La contraparte se encargó tanto de la elaboración del presupuesto como de la supervisión y ejecución de las obras; estas se iniciaron en junio de 2012 tras la recepción de los fondos por parte del financiador. La construcción de la estructura (figura 4.1, nº 5) se terminó antes del invierno de ese mismo año, si bien hubo que esperar hasta el mes de mayo de 2013 para que las obras quedasen totalmente finalizadas.

Si se observa detenidamente la disposición de los edificios que conforman el complejo educativo, sorprende que la escuela infantil se encuentra separada del resto de escuelas situándose al oeste de la carretera que da acceso a la localidad, mientras que el resto de edificios se sitúan juntos en los terrenos al este de la misma (figura 4.1).

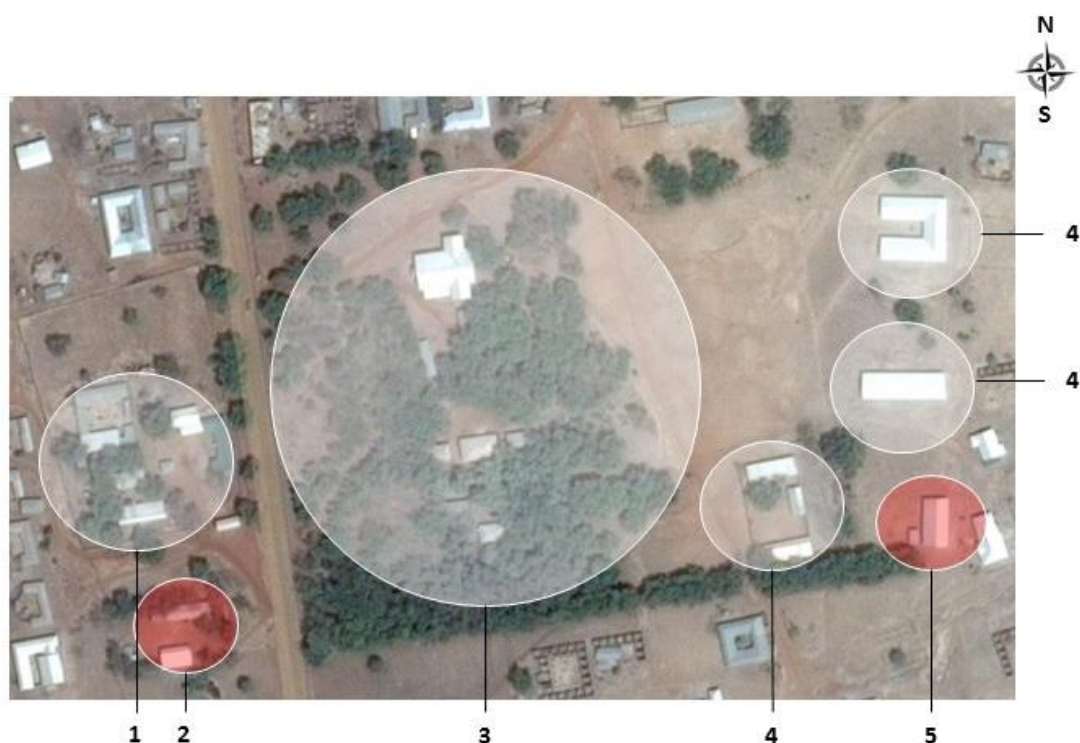


Figura 4.1 Plano de situación del *Holy Angels Parish* en *Garu-Tempene*. Se señalan en la figura: (1) alojamiento privado dependiente del HAP; (2) escuela infantil; (3) edificios de la misión e iglesia del HAP; (4) escuelas de primaria y secundaria; y (5) bloque de nueva construcción destinado a ser el centro apícola proyectado. Fuente: Google Maps®.

Antes de la finalización de las obras en mayo de 2013, el *Holy Angels Parish* ofreció la posibilidad de permutar el edificio del centro apícola por el de la escuela infantil. Esta reflexión argumentaba que el cambio era beneficioso tanto para la escuela infantil como para el centro apícola, no existiendo impedimentos de tipo estructural dado que el diseño de ambos bloques era similar. La permuta ofrecía como ventaja principal para el centro apícola el aumento de su visibilidad al situarlo en el linde de la carretera de acceso a la localidad, mientras que al integrar la escuela infantil en el complejo educativo se alejaba a los alumnos del riesgo que suponía su ubicación próxima a la carretera. La propuesta fue estudiada y aceptada por todos los miembros del proyecto y por el financiador, quien aceptó que se destinase una parte del presupuesto no prevista a la posterior rehabilitación de la escuela infantil para su uso como centro apícola.

Tras la finalización del curso escolar en junio de 2013 se intercambiaron los edificios y se inició la rehabilitación de la escuela infantil para adaptarla a su uso como centro apícola.



Fotografías 4.1 a 4.4: construcción del centro apícola. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: (4.1 y 4.2) construcción del centro apícola (septiembre 2012); (4.3 y 4.4) revisión de la construcción (diciembre 2012). (Fotografías 4.1 y 4.2 cortesía de Desmond Murtala)



Fotografías 4.5 y 4.6: antigua escuela infantil. Estado de la escuela infantil antes de su rehabilitación y acondicionamiento como centro apícola (julio 2013).

Este trabajo de rehabilitación no supuso una gran inversión ni en tiempo ni en coste económico, y las principales intervenciones se centraron en garantizar el adecuado funcionamiento de puertas y ventanas, así como en pintar tanto el exterior como el interior de los dos edificios.



Fotografías 4.7 y 4.8: rehabilitación de la escuela infantil. Vista del nuevo centro apícola de *Garu-Tempene* (antigua escuela infantil) el día de su inauguración (diciembre 2013).

A2.1 Capacitar a los miembros del proyecto en la construcción de colmenas tipo Kenya

Top Bar

De las colmenas que responden al modelo *Top Bar* existen numerosos diseños con variaciones en cuanto a forma y tamaño que reciben distintos nombres, pero cuyo fundamento es el mismo. De modo genérico, su diseño se basa en el uso de listones o “barras” (*bar* en inglés), colocadas en la parte superior de la colmena (de cuyo uso recibe el nombre de colmena *Top Bar*) en las que, mediante medidas de manejo zootécnico, se invita a las abejas a construir panales de cera independientes entre sí que permitan un rango de operaciones no realizables en colmenas de cuadro fijo. Como ya se ha comentado anteriormente, la idea del uso de las *Top Bar* no es original de los creadores de este diseño de colmena, y las primeras evidencias de este concepto datan de 1682, cuando Sir George Wheler dejó testimonio de un tipo de colmena griega que ya hacía uso de estas barras en la parte superior de una colmena (Crane, 1983, 1999).

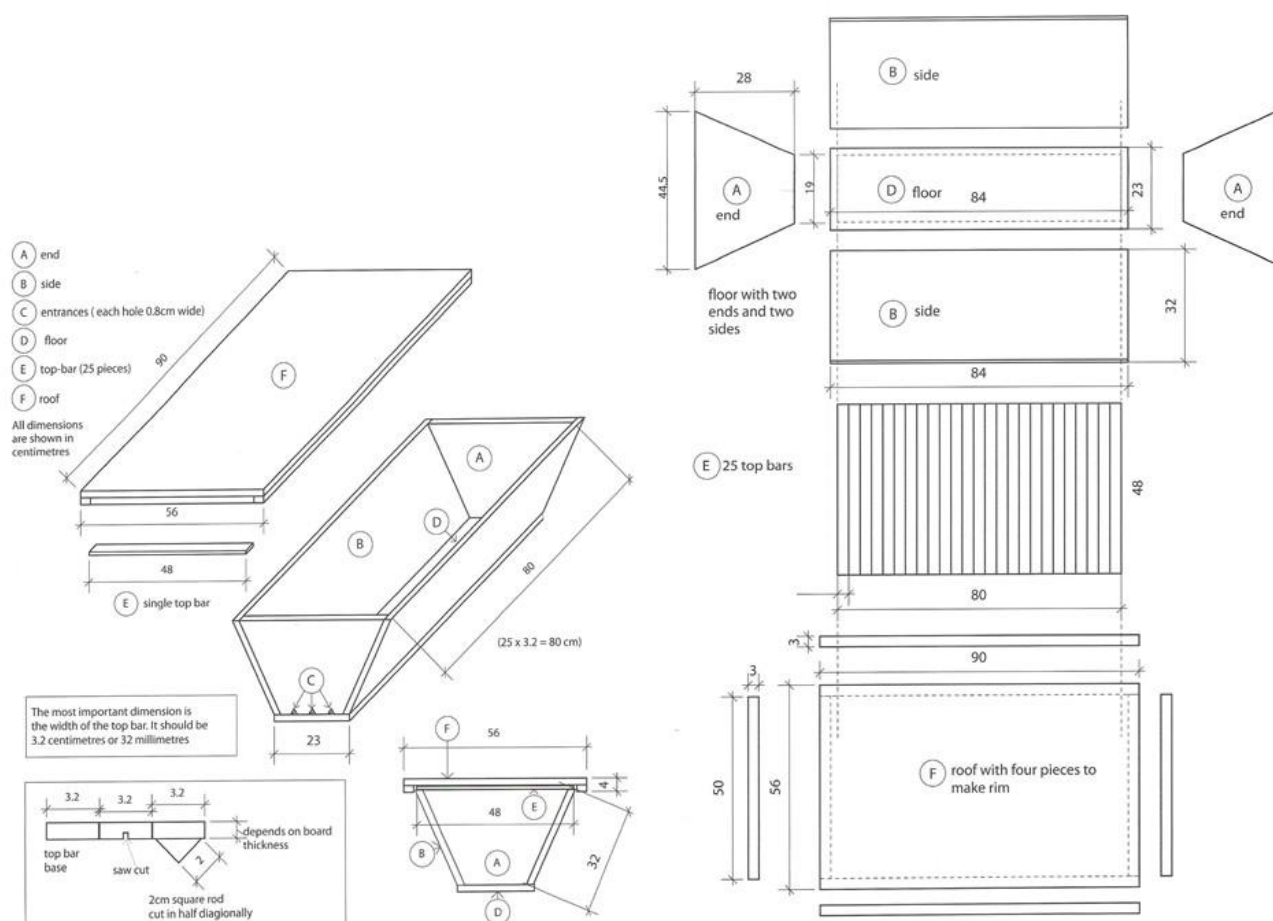
La colmena *Top Bar* puede considerarse un diseño de éxito al permitir la expansión de un modelo de colmena de cuadro móvil por la práctica totalidad del continente africano y otras partes del mundo. La originalidad del modelo de colmena *Top Bar*, frente a otros diseños anteriores, radica en que ha sabido adaptar todo el conocimiento zootécnico generado a partir de los diseños de colmenas de cuadro móvil a una realidad en la que la escasez de recursos es la norma. Su éxito reside en su sorprendente simpleza, tanto a nivel de su concepción como de su construcción, que facilita que los individuos adquieran rápidamente las competencias necesarias para su fabricación, a la vez que permite que puedan emplearse todo tipo de materiales y tecnologías locales. A diferencia de los modelos industriales, que requieren medidas exactas en la práctica totalidad de las piezas de que se componen, en estas colmenas el único punto crítico de la construcción es la medida de anchura de las *Top Bar*, que debe respetar adecuadamente la distancia de “paso de abeja” para que la colmena sea verdaderamente de cuadro móvil. El resto de las medidas e incluso la forma final del conjunto pueden ser prácticamente cualquiera.



Fotografías 4.9 y 4.10: *Top Bar* con nuevo panal de cera. Detalle de una *Top Bar* en la que las abejas han iniciado la elaboración de un nuevo panal de cera.

La capacitación de los miembros del proyecto en la construcción de este tipo de colmenas se planteó como una oportunidad no sólo para ampliar las posibilidades de ingreso económico del proyecto, sino para profundizar en el conocimiento que los alumnos tienen sobre aspectos biológicos y técnicos que han de ser tenidos en consideración para la elaboración de cualquier diseño de colmena. Se decidió apostar por

el modelo *Kenya Top Bar* siguiendo las especificaciones y medidas de la organización *Bees for Development*, quienes cuentan con un largo historial de trabajo en apicultura al desarrollo en África, y de quienes se recibió formación para la correcta construcción de este modelo, en un curso sobre apicultura sostenible en Monmouth (Reino Unido, abril de 2012). Para el proceso de fabricación de estas colmenas, se utilizó la maquinaria proporcionada durante la anterior intervención (“Apicultura en Ghana, una alternativa al desempleo en zonas rurales”, convocatoria de proyectos de cooperación UCM, 2009-2010). En la fotografía 4.11 se muestran las medidas que se utilizaron para la construcción de estas colmenas.



Fotografía 4.11: descripción de las piezas y medidas para la construcción de una colmena *Kenya Top Bar*.

Fuente: *Bees for Development*, Monmouth, United Kingdom. Lámina del módulo educativo *Choosing and making a bee hive*, perteneciente a la serie *Beekeeping Training Modules*.



Fotografías 4.12 a 4.15: construcción de una colmena *Top Bar*. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: (4.12) obtención de las piezas mediante el empleo de una sierra de carpintería; (4.13) presentación de las distintas piezas; (4.14) ensamblaje de los laterales; y (4.15) colocación de las *Top Bar* en la colmena.



Fotografías 4.16 y 4.17: rehabilitación de una colmena *Top Bar*. Momento de la rehabilitación de una colmena *Top Bar* en la que está nivelando el suelo y colocando una malla metálica.

Junto con la fabricación de colmenas *de novo* se realizó una actividad para la rehabilitación de colmenas seriamente dañadas por la acción de factores climáticos y otras causas, y cuyos desperfectos impedían su colonización por parte de colonias de abejas.

A2.2 Establecer una carpintería dentro del centro apícola para la fabricación de colmenas

Capacitados los miembros del proyecto en la fabricación de colmenas *Kenya Top Bar*, la instalación de una carpintería dentro del complejo del centro apícola era imprescindible para cubrir las necesidades docentes y asistenciales del mismo, y para mejorar las fuentes de ingreso del centro mediante la venta de colmenas, a la vez que facilitar el acceso de nuevos apicultores al material necesario para iniciar la actividad apícola. A tal efecto se rehabilitaron dos pequeños espacios, uno techado donde se instaló la maquinaria adquirida por el proyecto durante la intervención del periodo 2009-2010, y otro para servir de almacén de material. Durante el tiempo transcurrido entre el final de la anterior intervención (2010) y el establecimiento de esta carpintería, todo el material estuvo bajo el cuidado de la contraparte, encontrándose en un perfecto estado de conservación, aunque sin que se le diese uso.

A2.3 Acondicionar una nueva mielería con sistema de extracción de miel por prensado y con posibilidad de adaptarse a los estándares de calidad requeridos

Durante el proceso de rehabilitación del centro apícola se prestó especial atención al acondicionamiento del espacio destinado a albergar la mielería, que es la sala para el procesado y envasado de miel y cera. La intención fue que dicha adaptación fuese capaz de integrar las particularidades socioculturales de la zona y los estándares internacionales de seguridad e higiene que el procesado de alimentos destinados a consumo humano requiere. Esta realidad económica y cultural de la zona supuso un reto a salvar a la hora de tratar de implantar estos estándares, dada la diferente concepción cultural existente

sobre la higiene de los productos destinados a consumo humano. Así, no era posible una comprensión de la necesidad de estos estándares sin un proceso previo de formación y concienciación que permitiera que los principales actores del proyecto entendieran la necesidad de seguir estos estándares.

La estrecha unión existente entre la higiene y la calidad final del producto, cuya aceptación cultural es mucho mayor permitió una mejor comprensión de la necesidad del correcto procesado de estos productos, dado que la calidad del producto es un concepto más fácilmente identificable por la mayoría de la población local.

Para permitir un trabajo higiénico de extracción y envasado de la miel y cera, los suelos y paredes se acondicionaron para ser lavables, se garantizó el suministro continuo de agua y luz, y se aseguró el aislamiento interno de la habitación mediante la instalación de mosquiteras y la rehabilitación de puertas y ventanas; la ubicación del material para la extracción y almacenamiento de miel (prensas, tanques de acero inoxidable y cubetas) se hizo siguiendo el principio higiénico de separar las zonas limpias de las zonas sucias



Fotografías 4.18 y 4.19: mielería. Estado de la mielería antes de su puesta en funcionamiento. Vista de las dos prensas para miel. (Fotografías cortesía de Caspar Thiel)

4.2 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de las cuatro actividades previstas en este primer capítulo se realizó casi de total acuerdo con los plazos establecidos, si bien hubo que realizar un ajuste programático para el cumplimiento de las actividades 2.2 y 2.3. Se programaron para ser desarrolladas durante los meses 11 a 13 de la intervención, tras el segundo viaje del equipo español, siendo finalmente acometidas durante los meses 19 a 21 debido a un mejor encaje con el desarrollo de la actividad 1.1. Además, durante el tiempo de trabajo en *Garu-Tempene*, se llevaron a cabo una serie de actividades complementarias que no han sido avanzadas en el apartado anterior por no formar parte de la programación inicial, pero que sí serán tenidas en cuenta durante la evaluación y posterior discusión de los resultados alcanzados.

Dicha evaluación fue realizada en dos momentos: (i) a la finalización de cada una de las actividades, cuando se elaboró un informe para el financiador sobre el desarrollo de las mismas acompañado de un análisis del progreso en el cumplimiento de los objetivos marcados; y (ii) en septiembre de 2015, transcurrido un año y medio de la finalización del proyecto, cuando se realizó una nueva visita a la zona para evaluar *in situ* el estado de todo el capital generado durante el proyecto. Esta segunda evaluación permitió tener una visión más acertada sobre la viabilidad de la intervención.

De acuerdo con el diseño del capítulo y los objetivos propuestos, tras la finalización de las actividades previstas se había edificado un centro apícola y se ampliaron las fuentes de ingreso del proyecto, dando cumplimiento al primero de los objetivos específicos previstos: consolidar el proyecto apícola de *Garu-Tempene*, potenciando las iniciativas locales para diversificar las fuentes de ingreso.

La edificación del centro apícola ha supuesto uno de los mayores hitos del proyecto, pero el verdadero éxito de esta acción ha sido intercambiar el edificio de la escuela infantil por el recién construido centro apícola. Dejando a un lado los beneficios que para la escuela infantil ha supuesto su traslado al nuevo edificio, esta operación ha permitido mejorar considerablemente la visibilidad del centro apícola, ayudando de forma decisiva a alcanzar el objetivo marcado.

En las localidades pequeñas de Ghana como es el caso de *Garu-Tempane* la vida se organiza en torno a las principales vías de comunicación, alrededor de las cuales se ofrece la prestación de servicios y se realiza la compra-venta de productos. Trasladar el centro apícola a un edificio junto a la carretera ha permitido que pueda ser visto por todas las personas que transitan por ella, dándolo a conocer de manera más efectiva a la sociedad y mejorando las oportunidades de crecimiento y expansión del proyecto a través de esta mayor visibilidad.

Pero este mayor reconocimiento social no garantiza por sí solo un impacto que permita el sostenimiento futuro del proyecto; ante todo, es necesario que sea sostenible económicamente. De forma genérica, en este tipo de intervenciones el balance económico tiende a erigirse como el principal condicionante de su viabilidad, dado que las acciones se desarrollan en contextos de pobreza y escasez de recursos donde los actores implicados no son capaces de acudir a mecanismos de endeudamiento para sostener el proyecto a corto y medio plazo.

Alcanzar un balance económico positivo es una necesidad (entre otras) para asegurar la viabilidad del mismo. Tras la intervención llevada a cabo en el periodo 2009-2010, la única fuente de ingreso económico del proyecto eran los rendimientos de miel obtenidos de los dos colmenares de prácticas instalados en las comunidades de *Vambara* y *Abilateega*, a su vez repartidos al 50% entre el proyecto y las mismas. Para garantizar la viabilidad económica del proyecto y su sostenibilidad futura se apostó por mejorar las oportunidades de ingreso del centro apícola y por mantener la productividad de los colmenares.

Para mejorar las oportunidades de ingreso se apostó por la diversificación de las actividades ofrecidas en el centro apícola. La primera de estas actividades consistió en la fabricación de colmenas de tipo *Kenya Top Bar* para su venta, mediante la capacitación de los miembros del proyecto en la construcción de las mismas y el uso de la carpintería para su elaboración.

Como resultado de esta la actividad de capacitación, en los meses posteriores al taller los alumnos asistentes fabricaron veinticinco colmenas nuevas (fotografías 4.19 y

4.20) y repararon otras cinco colmenas en mal estado. La actividad demostró haber mejorado su conocimiento sobre las particularidades zotécnicas que permiten la fabricación de colmenas de cuadro móvil, dado que fueron capaces de identificar y reparar aquellas colmenas en las que la mala calidad de las *Top Bar* impedía la construcción de panales independientes en cada una de estas barras por no respetarse adecuadamente la distancia de “paso de abeja”.



Fotografías 4.20 y 4.21: colmenas fabricadas por los alumnos del taller de capacitación. De izquierda a derecha: (4.20) diecisiete colmenas completamente terminadas y listas para ser entregadas; (4.21) ocho colmenas en construcción. (Fotografías cortesía de Desmond Murtala)

Sin embargo durante la realización del taller no se alcanzó el objetivo de igualdad de género propuesto para el acceso a las actividades. Si bien se invitó a los cuatro alumnos formados en apicultura durante la intervención del periodo 2009-2010 (dos mujeres y dos hombres), tres de los mencionados alumnos excusaron su asistencia (las dos mujeres y un hombre), y aunque se trató de incorporar a más mujeres a la actividad no se consiguió implicar a un número suficiente.

La ausencia de mujeres en la actividad está íntimamente relacionada con causas socioculturales y de desigualdad de género. Sirva como ejemplo la ausencia de los tres alumnos anteriormente mencionados: el hombre excusó su asistencia por encontrarse realizando los exámenes de acceso a la Facultad de Educación de la *University for Developmental Studies* (equivalente a un Grado de Magisterio), mientras que de las dos mujeres, una estaba en reposo obligado tras una gestación con complicaciones de salud

y la otras se había visto obligada a mudarse a otra provincia tras contraer matrimonio con un varón de aquella zona. A estos condicionantes hay que sumar la perpetuación del constructo social de la existencia de trabajos “de hombres” distintos de los “de mujeres”. Este rechazo cultural obliga a forzar las situaciones que conducen a un acceso igualitario a las actividades, y en ocasiones como ésta no se logra. Sólo fue posible conseguir la presencia de una mujer a modo de oyente, sin participación activa en la construcción de las colmenas.

Tras la capacitación de los miembros del proyecto en la construcción de colmenas se procedió a la instalación de una carpintería dentro del centro apícola. Pero la propia instalación de la misma motivó una reflexión ante la impresión de que toda la maquinaria y el instrumental de carpintería adquiridos por el proyecto quedaban en desuso si se destinaban únicamente a la fabricación de colmenas. Por ello, para dar continuidad al uso de la carpintería y facilitar la obtención de beneficios alternativos, se ofreció la utilización del espacio a un carpintero profesional, a quien se permitió el uso de las instalaciones a cambio de su compromiso para ofrecer su tiempo y trabajo, siempre que surgiese la necesidad de fabricar colmenas.



Fotografías 4.22 y 4.23: carpintería. De izquierda a derecha: (4.22) estado del edificio donde se instaló la carpintería antes de ser rehabilitado; (4.23) carpintería con la maquinaria instalada y protegida (diciembre 2013).

Si el carpintero se instaló en el mes de diciembre de 2013, hasta la evaluación *in situ* de septiembre de 2015 no fue posible comprobar el impacto real de esta decisión. El

gesto de ofrecerle ocupar la carpintería del centro apícola había permitido mantener un empleo viable y con ingresos suficientes para el sustento de una familia. Se constató que el hecho de poder elaborar todo tipo de elementos de carpintería ha permitido la sostenibilidad del puesto de trabajo, dado que durante este tiempo se ha fabricado un número insignificante de colmenas ($n=6$). El carpintero sigue a disposición del centro apícola ante la eventual necesidad de fabricar colmenas y ha recibido formación específica extra, por parte de un grupo de apicultores profesionales del sur de Ghana.

La segunda gran actividad diseñada para mejorar las oportunidades de ingreso del centro apícola fue la instalación de una mielería con las condiciones necesarias para mejorar la calidad del procesado y del envasado final de los productos de la colmena obtenidos (principalmente miel). Ya se ha indicado anteriormente que la calidad del producto es un concepto más fácilmente identificable por la mayoría de la población local que el de higiene de los productos de consumo humano, y que ambos conceptos están íntimamente relacionados. El concienzudo trabajo de los miembros del proyecto durante todo el tiempo en el que los colmenares han estado en producción ha permitido generar una imagen de marca directamente ligada a la calidad del producto-miel obtenido. Y como evidencia de esta gran aceptación del producto, la demanda de miel siempre ha superado a la oferta en cada una de las catas de forma ininterrumpida desde 2012. Los datos de producción e ingreso por venta de miel se analizarán más adelante (tabla 4.2, figura 4.3).

Una sencilla reflexión sobre el análisis de la demanda nos llevaría a plantear la necesidad de aumentar el techo productivo para cubrir el hueco existente entre demanda y oferta. Sin embargo en este punto se ha de reconocer un nuevo fracaso dado que no ha sido posible generar un espíritu empresarial suficientemente crítico en los miembros del proyecto que les llevase a acometer esta necesaria inversión.

Durante el diseño de la intervención se planteó la creación de la mielería del centro apícola como un paso previo y necesario para que los actores implicados desarrollasen todo el potencial que la apicultura tiene como generadora de riqueza. Una de las mayores ventajas que ofrece este tipo de centros es ofrecer el espacio físico y social necesario para la creación de una cooperativa apícola que permita repartir los esfuerzos individuales de sus miembros, fortaleciendo la producción bajo una misma marca y favoreciendo el

acceso al mercado de los productos con una posición de fuerza mayor que la que se obtiene mediante un acceso individualizado.

Sin embargo, la puesta en marcha del centro apícola no ha conseguido promover la creación de cooperativa alguna, ni se ha conseguido convencer a otros apicultores locales de las bondades de procesar su producto-miel bajo una misma imagen de marca. Si el nivel de iniciativa emprendedora es de por sí bajo y el espíritu empresarial ausente, a ello hay que unir que, para la mayoría de individuos de *Garu-Tempane*, sigue siendo muy complicado emprender, dado el contexto económico y social existente. Estos elementos coartan el desarrollo de cualquier iniciativa en este sentido, lo que en parte puede explicar la ausencia de empuje para formar una cooperativa o el bajo número de colmenas fabricadas y vendidas durante este tiempo.

Se esperaba que la mayoría de los ingresos no procedentes de la venta de miel se obtuviesen de las actividades anteriormente analizadas (instalación de una carpintería para la fabricación de colmenas y acondicionamiento de una mielería para el procesado del producto con mayor calidad), pero lo cierto es que mayoritariamente se han obtenido como un beneficio secundario al cambio de localización del centro apícola. Al rehabilitarse la antigua escuela infantil para su uso como centro apícola la cantidad de espacios disponibles resultó superior a lo previsto en el diseño inicial del centro. La rehabilitación completa de toda la escuela (dos edificios), permitió disponer de una sala de conferencias, una tienda-museo apícola y cuatro estancias más: dos de ellas ocupadas por la mielería y por el almacén de carpintería, dos sin uso definido, además de rehabilitación de una antigua cocina para albergar la carpintería (figura 4.2).

La sala de conferencias se habilitó para impartir formación a apicultores como una forma más de dar sostén al proyecto mediante la creación de capital humano y la obtención de ingresos. Hasta el momento, no solo se ha utilizado en los cursos de formación, sino que además la sala se alquila libremente a grupos de individuos que necesitan un lugar de reunión y debate. Como parte del programa de formación, en el mes de julio de 2013 se organizó un taller de dos días para nuevos apicultores al que asistieron diez alumnos (una mujer y nueve hombres) impartido por los miembros del proyecto. Posteriormente, en octubre de 2013 la organización no gubernamental *World*

Vision Ghana contrató a dos de los monitores para dar un taller de iniciación en la apicultura para agricultores de la región *Upper West*, en Bolgatanga. Hasta la fecha no se han organizado más cursos.

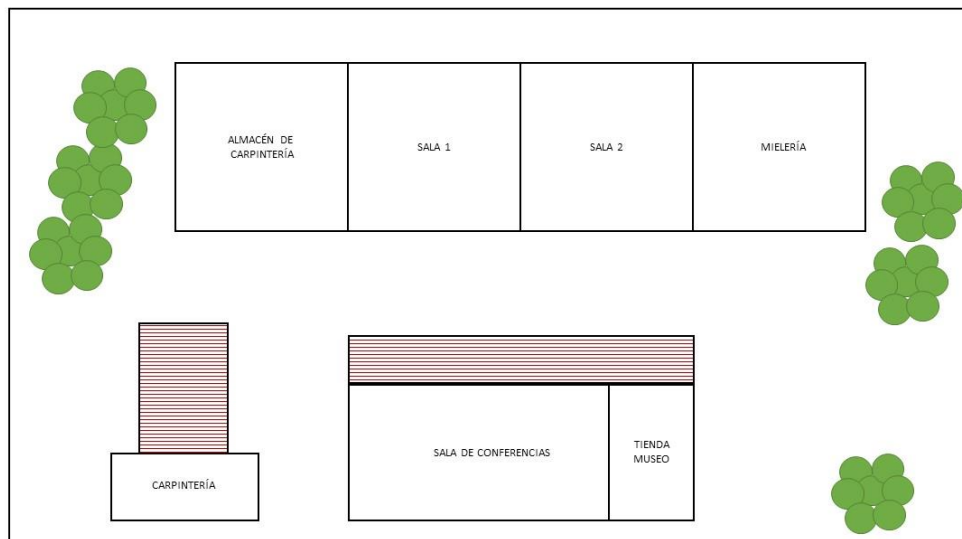


Figura 4.2 Esquema del nuevo centro apícola. Asignación del uso de los espacios tras el proceso de rehabilitación de los edificios que ocupaba la antigua escuela infantil.



Fotografías 4.24 y 4.25: sala de conferencias y tienda-museo. De izquierda a derecha (4.24) sala de conferencias; y (4.25) tienda-museo el día de la inauguración del centro apícola (diciembre de 2013).

Por su parte la tienda-museo se pensó como un complemento para las actividades de formación además de como un reclamo donde realizar la venta de los productos del

centro apícola. Durante los meses siguientes a la apertura del centro apícola el espacio estuvo tal y como se ve en la fotografía 4.25, pero la prolongada ausencia de productos apícolas para su venta terminó por volver el espacio inservible. El único producto apícola que se produce de forma regular es la miel, la cual se vende directamente a los consumidores por la alta demanda existente, sin necesidad de hacer uso de la tienda.

Finalmente, de las dos estancias rehabilitadas sin uso definido, una se ha alquilado a una microempresa dedicada al envasado de agua para consumo humano dependiente del *Holy Angels Parish*, y la otra sigue sin uso definido. El ingreso que se obtiene del alquiler del espacio ocupado por la microempresa de envasado de agua es el último de los beneficios que se obtienen de forma secundaria al cambio de localización del centro apícola.

Una vez más, el escaso avance logrado en la diversificación de las oportunidades de ingreso da una idea del escaso éxito que el proyecto ha alcanzado a la hora de promover el espíritu emprendedor. Si una de las mayores ventajas del manejo apícola es que permite la obtención de rendimiento económico a través de un amplio abanico de productos de la colmena (miel, cera, polen, propóleos, veneno y servicios de polinización) un centro apícola permite la implantación de una industria apícola secundaria diversificada para la elaboración de productos secundarios con valor añadido como cremas, ungüentos o alimentos a partir de miel; la fabricación de diverso material apícola como colmenas, trajes y herramientas; o la impartición de cursos de formación apícola. De todos ellos, tan solo la venta de miel y cera, así como la impartición de cursos de formación, han sido o son actualmente fuentes de ingreso del centro apícola directamente relacionadas con la apicultura.

Durante la evaluación *in situ* de septiembre de 2015 se pudo realizar un análisis más completo de la viabilidad del proyecto en base al estado de los bienes generados durante el desarrollo del proyecto, de la evolución de las oportunidades de ingreso y de la productividad de los colmenares (tabla 4.2, figura 4.3). Varios de estos aspectos ya han sido analizados, no así la productividad de los colmenares.

Tabla 4.2 Productividad de los colmenares de *Vambara* y *Abilateega* durante el periodo 2012-2016. Datos de producción total e ingreso total por venta de miel.

	2012	2013	2014	2015	2016
Precio/Kg miel (Gh¢)	15	15	16	27	26
Datos apiario de <i>Vambara</i>					
Kg total de miel	43,2	51,8	50,5	47,5	58,6
Ingreso total (Gh¢)	640	820	1370	1280	1545
Datos apiario de <i>Abilateega</i>					
Kg total de miel	15,1	31,3	0	4,3	13,8
Ingreso total (Gh¢)	228	500	0	120	350

Fuente: libros de cuentas del proyecto.

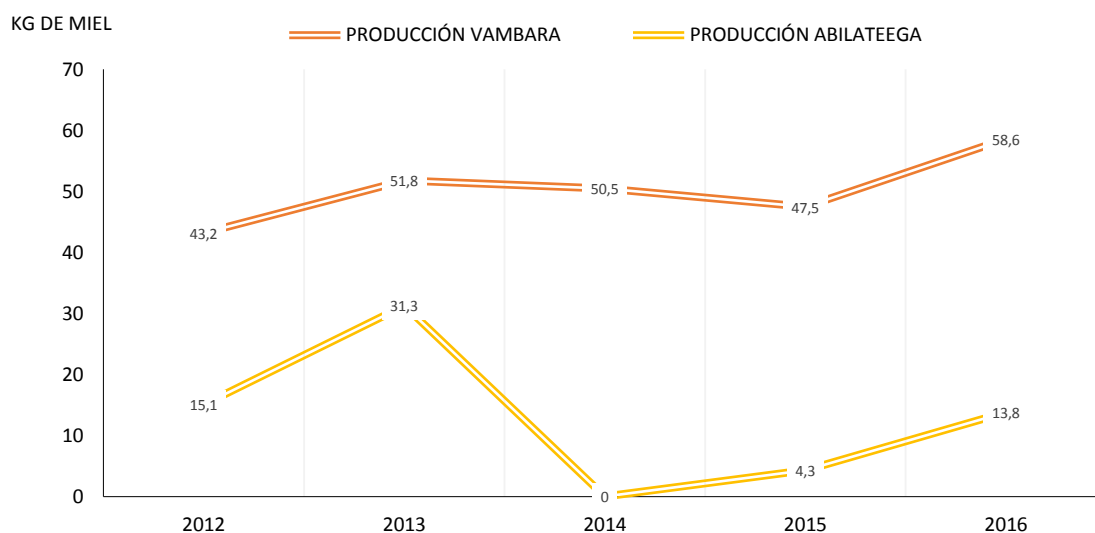


Figura 4.3 Comportamiento productivo de los colmenares de *Vambara* y *Abilateega* durante el periodo 2012-2016. Fuente: libros de cuentas del proyecto.

Ya durante la evaluación de la primera intervención llevada a cabo en *Garu-Tempene* durante el periodo 2009-2010 se señaló que gran parte de la viabilidad del proyecto residía en el interés que se tomasen los alumnos capacitados de proseguir en la apicultura, mientras que el sostén económico quedaba en manos del rendimiento productivo de los colmenares instalados en las comunidades de *Vambara* y *Abilateega*. El lapso temporal de dos años entre la primera y la segunda intervención permitió, en cierta forma, asegurar que el interés por parte de los mencionados alumnos en la apicultura era

suficiente, al comprobarse que la actividad apícola se había mantenido durante este periodo sin ayuda externa. De igual modo, este tiempo permitió comprobar que era posible sostener un proyecto de este tipo mediante el rendimiento productivo de únicamente dos colmenares.

Sin embargo, la evaluación *in situ* de septiembre de 2015 permite poner en evidencia algunas luces y otras sombras sobre los éxitos alcanzados. Tal y como se ha ido desarrollando durante el análisis de los resultados, el objetivo planteado en este primer capítulo se ha alcanzado plenamente, si bien parece oportuno realizar una revisión crítica en base a las observaciones obtenidas en 2015 que permita una mejor comprensión de los aciertos y errores para poner en valor los éxitos reales del proyecto.

Ya se ha señalado que el proyecto cuenta con otras fuentes de ingreso, pero la venta de miel sigue siendo la principal, procediendo únicamente de los dos emplazamientos situados en *Vambara* y *Abilateega*. Si durante el periodo 2009-2010 se acordó un reparto al 50% de los beneficios obtenidos de la venta de miel entre las comunidades y el proyecto, en abril de 2012 los monitores propusieron un nuevo reparto en tres tercios: uno para la comunidad, otro para el proyecto y el tercero para aquellos individuos que durante el periodo entre cosechas hubiesen trabajado en las tareas propias del colmenar y la propia cosecha. Esta propuesta motivó una nueva reunión de los responsables del proyecto con los *chiefs* (o jefes) de las dos comunidades, quienes aceptaron el nuevo reparto al entender que el trabajo de los individuos debía estar, en cierta forma, remunerado. Y aunque este nuevo reparto de beneficios suponía una pérdida de ingresos para el proyecto, lo cierto es que el buen comportamiento productivo de los emplazamientos y la diversificación de ingresos han permitido mantener la viabilidad económica de la intervención.

Del análisis de la producción anual de miel de ambos emplazamientos, lo primero que llama la atención es que el colmenar de *Vambara* sea siempre más productivo que el de *Abilateega*. Existe una doble explicación para estas diferencias: por una parte las particularidades ambientales de cada emplazamiento en cuanto a la disponibilidad de flora apícola y acceso a agua, siendo más favorables las condiciones para la apicultura en *Vambara* que en *Abilateega*; de otra parte, si inicialmente ambos emplazamientos

contaron con el mismo número de colmenas (n=25), cinco colmenas de *Vambara* y diez de *Abilateega* se donaron a los primeros quince apicultores que asistieron a un taller apícola en el año 2010. Desde entonces, el número real de colmenas ha sido superior en *Vambara*. Por ello, si se quiere tener una idea más acertada del comportamiento productivo de ambos emplazamientos y del impacto de las actividades realizadas sobre el mismo, es preferible analizar las tendencias productivas globales en lugar de la producción neta de cada año.

Durante el periodo 2012-2016, se observan dos mejoras significativas en los años 2013 y 2016, mientras que en los años 2014 y 2015 la producción se estanca en *Vambara*, mientras que *Abilateega* sufre uno de los eventos que más disuade a los individuos a la hora de invertir: el robo de todas las colmenas. El incremento en 2013 es posterior a la impartición del taller de construcción de colmenas *Top Bar*, confirmando que dicho taller supuso un impulso productivo como respuesta tanto a la mejora del conocimiento de los alumnos como a las mejoras introducidas en las colmenas mediante su reparación. El monitor encargado del apiario de *Abilateega* fue el único de los cuatro monitores que asistió al taller, y esta localización es en la que el aumento de la producción es más evidente, constatándose que su implicación posterior al taller en la mejora de la calidad de las colmenas de su comunidad tuvo un impacto considerable sobre el beneficio productivo del mismo. En 2016 se observa de nuevo un incremento en la producción que se da tras la visita del equipo del proyecto en 2015.

Como parte del proceso de evaluación realizado en 2015 realizaron varias entrevistas orales a algunos de los actores clave del proyecto en *Garu-Tempane* (ver anexo II). De la transcripción del contenido de estas entrevistas se pueden extraer algunos pronunciamientos que pueden ayudar explicar parte de la mejora de la producción observada durante 2016:

- *"I'd never seen beekeeping to be an alternative to unemployment. When you see beekeeping you may not (eh...) be able to see the future and realize that bees have some profit (...). I'm hoping that before the swarming season ends, that'd be November, I should be able to have my (eh...) increase my apiary, number of hives in my own apiary".* Edward Ndebugri, miembro del proyecto explicaba así

su nueva percepción sobre la apicultura y su interés por expandir su apiario en *Vambara*.

- *"The process from the honey has been very grateful to me, has supported me in my personal school fees and has also supported in my brother's school fees, and many of the housework items I've been able to get out of beekeeping"*. Edward Ndebugri hablaba así sobre los beneficios obtenidos directamente de la venta de miel.
- *"(...) we have only one flowering season, and you know the bees produce from the flowers that you get in the season. And in that season I get income. (...) beekeeping started a source of income in my life. So I think it has affected me positive"*. Charles Ayabaa explicaba cómo la apicultura había afectado a su entorno.
- *"The beekeeping income had helped us in one way in roofing our school"*. El jefe de la comunidad de *Vambara* reconocía el beneficio de la apicultura, mediante el cual habían podido realizar el techado de la escuela de la comunidad.
- *"Personally my perception of bee farming has changed (...) and then I've also come to realize that it is really, it is a reality that it can be a source of, you know, income, good income for, for people. If you really want to embark and expand you can have, you can be OK. You can depend on that"*. Desmond Murtala indicaba que su percepción sobre las dificultades para el adecuado manejo apícola habían cambiado con el proyecto, convenciéndose de que la apicultura puede ser una fuente de ingresos accesible para todos.
- *"He would encourage them because he himself has seen how beneficial it is. And if something is beneficial there is the need to sustain it or let it grow. So he would encourage them to go into it and let what is already there to even expand"*. Ante la pregunta de si recomendaría otras comunidades instalar apiarios, el jefe de *Vambara* daba una respuesta afirmativa indicando su interés en expandir su actual asentamiento.

En las declaraciones se puede ver que tanto el encargado del apiario de *Vambara* como el jefe de la comunidad indican su disposición a ampliar la capacidad productiva del asentamiento tras reconocer que la apicultura ofrece claros beneficios tanto a nivel

colectivo como individual. En esta misma línea van los pronunciamientos del resto de individuos entrevistados. Por todo ello es adecuado concluir que el interés de los miembros del proyecto en la apicultura es cierto, y que son conscientes del potencial que la apicultura tiene como actividad generadora de riqueza.

De igual modo, el análisis de estos mismos pronunciamientos evidencia la escasa implicación de los miembros del proyecto en la mejora de la capacidad productiva de sus emplazamientos, una muestra más del conformismo cultural y de la falta de mentalidad empresarial y de espíritu emprendedor individual. Desde que se instalasen ambos asentamientos no se ha realizado en ellos la inversión que permitiese multiplicar su capacidad productiva, habiéndose esperado dos años desde la finalización del proyecto para emprender una mejora real de dichas capacidades. Aunque tarde, parece que los miembros del proyecto han sabido apreciar todo el potencial que la apicultura tiene.

El análisis de la producción neta anual permite generar una idea aproximada del rendimiento productivo de cada colmenar. En este sentido, es importante utilizar cifras productivas ajustadas a la realidad con las que poder comparar los rendimientos propios del proyecto. En su informe sobre el sector apícola en Ghana, la organización internacional *Netherlands Development Organisation* (SNV, Ghana) realizó sus cálculos suponiendo una producción de 21 Kg por cada colmena de tipo *Kenya Top Bar* (Akangaamkun y col., 2010) mientras que otras organizaciones como la británica *Bees for Development* dan unas cifras de producción menos optimistas y sitúan la producción de una colmena *Kenya Top Bar* en los 12 Kg por año.

Si utilizamos como referencia el valor de producción de la organización *Bees for Development*, un cálculo rápido da una idea del bajo nivel productivo alcanzado. Sin embargo parece oportuno realizar dos puntualizaciones a este cálculo. Primero, que el valor de 12 kg de miel al año por colmena *Kenya Top Bar* se obtiene del trabajo de ésta organización en Uganda, un entorno natural en el que la realidad productiva es muy distinta a la de *Garu-Tempane*, permitiendo realizar una media de dos cosechas completas al año mientras que en *Garu-Tempane* se realiza una única cosecha. Segundo, en ningún momento el 100% de las colmenas emplazadas tanto en *Vambara* como en *Abilateega*

han estado en producción, sino que la media ha sido del 75%. Estas dos apreciaciones maquillan el mejorable nivel productivo alcanzado.

Con todo, y tras el gran contratiempo que supuso el robo de las colmenas de *Abilateega* en 2014, la impresión general sigue siendo que la apicultura es una actividad ganadera productiva y óptima para su desarrollo en contextos de escasez de recursos como el de *Garu-Tempne*, donde en torno a ella es posible generar una red de emprendimiento y empleo que alivie la economía de las familias.

La evaluación de las fuentes de ingreso alternativas a la venta de miel que se establecieron durante el desarrollo del proyecto también arroja luces y sombras. Ya se ha señalado que el potencial de los espacios para la generación de riqueza está infra-utilizado y que no recibe un uso apícola mayoritario, pero en 2015 se pudo comprobar el buen estado de conservación de todas las instalaciones, así como el beneficio indirecto obtenido por el uso de las mismas (uso de la carpintería para tareas no apícolas y alquiler de la envasadora de agua), garantizando la sostenibilidad del centro.

Todas las evidencias recogidas y analizadas anteriormente permiten realizar una proyección moderadamente optimista acerca del futuro de la apicultura en *Garu-Tempne*. Es de esperar que la actividad apícola se mantenga adecuadamente en el tiempo, con una tendencia de desarrollo ligeramente ascendente, pero que difícilmente conseguirá explotar todo el potencial económico, a menos que el grupo humano tome decididamente las riendas del crecimiento del mismo, planifique una estrategia realizable de inversión y accedan de forma inteligente al capital inicial.

Este crecimiento, será únicamente posible si se superan algunos conceptos culturales que suponen un freno al desarrollo emprendedor individual. El concepto de “colectivo” (comunidad o tribu) sigue siendo muy fuerte y, en ocasiones, la falta de unanimidad colectiva supone una barrera para el desarrollo de cualquier iniciativa individual, aún y cuando el beneficio pueda ser colectivo. A esto se une el efecto rechazo que supone el riesgo de que se produzcan robos que acaben con el proyecto. Incluso cuando las colmenas se sitúan muy próximas a la comunidad, se producen este tipo de acciones, siendo el vallado de las explotaciones la única forma posible de evitarlos. De

nuevo esto choca con un freno cultural y uno económico: por un lado, la propiedad de la tierra es colectiva, haciendo difícil su parcelado tras una barrera; de otro, el coste económico que esto supone.

4.3 BENEFICIOS COLATERALES DE LA ACTIVIDAD

Anteriormente se ha comentado que el normal desarrollo de las actividades planificadas se intercaló con la realización de otra serie de acciones no previstas durante la planificación inicial del proyecto, y de cuyo desarrollo se han obtenido una serie de beneficios que es justo mencionar. Sin duda, el mayor ejemplo de estos beneficios ha sido la construcción de una nueva escuela de educación infantil.

Trasladar la escuela infantil al edificio inicialmente destinado a albergar el centro apícola ha sido sumamente beneficioso para la escuela, puesto que ha permitido agrupar todas las escuelas en un mismo espacio y alejar a los alumnos más pequeños de un elemento de riesgo como es la carretera. La instalación construida, aunque modesta, está pensada para cubrir las necesidades educativas de la escuela y acoge cada año a más de 150 niños en sus tres aulas.

Paralelamente a la construcción del nuevo edificio, en cada uno de los viajes se aprovechó para llevar material escolar fungible donado por particulares; elementos de escritura y deporte principalmente, que sin duda ayudan a mejorar de forma discreta los escasos recursos de esta escuela y las de su alrededor, dado que los pocos recursos donados se repartieron siempre entre las distintas escuelas públicas (once) de toda la localidad. En cada una de las entregas de material, se realizaron pequeñas actividades de educación y sensibilización con los más pequeños para dar a conocer el trabajo de las abejas y su producto estrella, la miel. Pintar dibujos o darles a probar pequeñas cantidades de este producto son algunas de las actividades que se realizaron. Estas acciones permiten acercar parte del proyecto apícola a otros sectores de la sociedad no directamente beneficiados por el mismo.

De forma parecida, durante el periodo 2009-2010, la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid donó treinta equipos informáticos descatalogados por no adecuarse a las necesidades de los alumnos universitarios en Madrid. Uno de los principales retos educativos en Ghana es el acceso de los alumnos a los programas de educación superior, que se realiza mediante un examen a nivel nacional que obliga a la realización de una prueba que implica el uso de un equipo informático. A la falta de

recursos de las familias para sostener a sus hijos en estos programas, se une la falta de adecuada formación para superar las pruebas de acceso: en un contexto como el de *Garu-Tempone*, es francamente complicado que los alumnos puedan prepararse adecuadamente para una prueba de acceso que implica el manejo de equipos informáticos. La donación de estos equipos informáticos permitió la creación de un aula de informática en la escuela secundaria, mediante la cual los alumnos han podido adquirir las competencias necesarias que les han permitido enfrentarse a la prueba de acceso con mayores garantías de éxito.



Fotografías 4.26 y 4.27: actividades de visibilización de la apicultura en las escuelas. Estado de la mielería antes de su puesta en funcionamiento. Vista de las dos prensas para miel. (Fotografías cortesía de Caspar Thiel)

CAPÍTULO II

APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO ACADÉMICO

En este segundo capítulo se expone el trabajo realizado en el *Animal Health and Production College* de *Pong-Tamale*, donde la apicultura se ha utilizado para vehicular una mejora de las competencias de los docentes y de los medios de la escuela. Quienes en ella estudian, se forman como técnicos superiores de campo, con un currículum a medio camino entre la formación que reciben veterinarios e ingenieros agrónomos, y egresando de ella con el conocimiento suficiente para participar de la creación de empleo en un entorno ganadero.

Se han diseñado siete actividades para alcanzar el segundo de los objetivos específicos del proyecto, de cuyo correcto desarrollo se espera obtener tres resultados: extender las capacidades docentes de los miembros del AHPC, renovar los medios docentes de que disponen, y fomentar el interés apícola entre los alumnos del AHPC, todo ello localizado en *Pong-Tamale* (tabla 5.1).

Tabla 5.1 Resultados esperados y actividades previstas para la consecución del segundo de los objetivos específicos del proyecto: *Favorecer las capacidades y los medios docentes del Animal Health and Production College.*

Resultados esperados	Actividades previstas
3. Extendidas las capacidades docentes de los miembros del AHPC	3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC 3.2 Proporcionar material docente actualizado
4. Renovados los medios docentes del AHPC	4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico 4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación 4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación 4.4 Dotar material para el manejo apícola
5. Fomentado el interés apícola entre alumnos del AHPC	5.1 Impartir unas jornadas de iniciación a la apicultura para todos los alumnos interesados

La motivación que guía esta segunda parte de la intervención es favorecer el conocimiento de la apicultura entre los alumnos de la escuela, de forma que ante la decisión de afrontar una actividad productiva de corte agro-ganadero, sean capaces de contemplarla como una opción de emprendimiento atractiva, tanto como complemento de otra actividad laboral como para generar a partir de ella una actividad económica principal.

De nuevo, este segundo capítulo mantiene un componente de trabajo mayoritario en cooperación al desarrollo, por lo que se ha optado por exponer de forma secuencial el desarrollo de las actividades previstas, para seguidamente realizar una evaluación y discusión de los resultados obtenidos. Las fotografías que acompañan al texto se amplían en el anexo I.

5.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PREVISTAS

A3.1 Realizar unas jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola para los docentes del AHPC

Coincidiendo con la segunda larga estancia de los miembros del proyecto en las instalaciones del *Animal Health and Production College*, en el mes de diciembre del año 2012 se desarrolló la primera de las dos actividades previstas para extender las capacidades docentes de los miembros que conforman el claustro docente de la escuela. Durante dos jornadas consecutivas se llevó a cabo un taller de formación teórico-práctica sobre las distintas enfermedades conocidas que afectan al ganado apícola, y de cuyo correcto diagnóstico y control son responsables, idealmente, los veterinarios.

Se decidió apostar por la mejora de la formación del profesorado al entenderse que era un paso necesario para conseguir un mejor conocimiento de la apicultura por parte de los alumnos de la escuela. La calidad de los docentes es un elemento crítico de cualquier sistema educativo, como ya señalase el informe PISA internacional en el año 2012, al afirmar que “la calidad de un sistema educativo no puede exceder la calidad de sus profesores” (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2013). En el AHPC, el equipo docente lo conforman diez profesores a tiempo completo y quince más a tiempo parcial, de los cuales sólo dos son mujeres. De los veinticinco docentes en plantilla, trece han recibido formación veterinaria, pero sólo siete de ellos tienen un grado de formación equivalente al de Licenciado, siendo únicamente uno de ellos Doctor en Veterinaria (PhD).

A las jornadas de formación, desarrolladas durante los días 3 y 4 de diciembre de 2012, se invitó a todo el personal docente de la escuela, así como a todo el personal laboral e investigador del *Central Veterinary Laboratory (CVL)*, dependiente del *Ministry of Food and Agriculture (MoFA)* y ubicado dentro del campus del AHPC. Durante una reunión con la responsable de la docencia de apicultura, Mrs. Faustina Polkuraf, se consideró adecuado extender la invitación a todos los profesionales del CVL, dado que la formación de los alumnos de la escuela se realiza en estrecha colaboración con los profesionales de este organismo, que además permite el uso de sus instalaciones para la realización de las prácticas de microbiología y parasitología.

La actividad de formación ocupó dos mañanas y una tarde durante las cuales se impartieron 13 horas de formación en patología apícola para los quince asistentes al taller, quienes recibieron un amplio repaso de todas las enfermedades descritas que afectan a las abejas melíferas (tabla 5.2). El listado completo de los asistentes se puede consultar en el anexo III.

La docencia corrió a cargo de profesionales de la Universidad Complutense de Madrid y del Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA), quienes desde el año 1990 colaboran estrechamente en tareas docentes, asistenciales e investigadoras. Todo el conocimiento que la comunidad científica ha generado en el campo de la patología apícola durante los últimos años, tuvo su reflejo en los contenidos del curso, ofreciendo a los asistentes un amplio repaso a los principales agentes nosógenos de las abejas melíferas que los veterinarios deben conocer para efectuar un adecuado control sanitario. También se hizo referencia a la implicación de estos agentes en la producción, pues a la hora de desarrollar iniciativas de mejora de la producción no es posible separar el componente productivo del componente sanitario.

Tabla 5.2 Distribución de horas lectivas por bloques conceptuales en el taller realizado en *Pong-Tamale* durante los días 3 y 4 de diciembre de 2012.

Día	Bloque conceptual	Agentes nosógenos	Horas
3 de diciembre			
	Introducción general		0,5
	Enfermedades de las abejas adultas	<i>Varroa destructor</i> , <i>Acarapis woodi</i> , <i>Nosema ceranae</i> , <i>Nosema apis</i> , <i>Braula coeca</i>	2,5
	Enfermedades de la cría	<i>Ascosphaera apis</i> , <i>Paenibacillus larvae</i> , <i>Melissococcus plutonius</i>	1,5
	Prácticas de laboratorio	(Todos los agentes anteriormente indicados)	4
4 de diciembre			
	Plagas de las colmenas	<i>Aethina tumida</i> , <i>Galleria mellonella</i>	1
	Otros agentes nosógenos	Virosis, <i>Tropilaelaps clareae</i>	2
	Revisión de imágenes		1,5

Tabla 5.3 Técnicas de identificación y diagnóstico de los principales agentes nosógenos de las abejas melíferas contenidas en el programa práctico del taller realizado en *Pong-Tamale* los días 3 y 4 de diciembre de 2012.

Agente nosógeno	Técnicas de identificación y diagnóstico
<i>Varroa destructor</i>	Examen de los restos de debris (restos del fondo de colmena) Desoperculación de cría: fase de multiplicación Identificación en abejas adultas: fase forética Visualización del agente al microscopio: técnicas de fijación
<i>Acarapis woodi</i>	Decapitación de abejas y tinción Fijación de tráqueas Visualización del agente al microscopio
<i>Nosema</i> spp.	Análisis individual del contenido del ventrículo Análisis colectivo del contenido de los ventrículos Visualización del agente al microscopio
<i>Ascosphaera apis</i> , <i>Paenibacillus larvae</i> y <i>Melissococcus plutonius</i>	Identificación directa en cuadro de cría: imágenes patognomónicas Toma de muestra y cultivo Tinción GRAM para bacterias Visualización del agente al microscopio
<i>Aethina tumida</i>	Visualización del agente
<i>Braula coeca</i>	Visualización del agente al microscopio



Fotografías 5.1 y 5.2: jornadas sobre sanidad apícola. De izquierda a derecha: (5.1) práctica de visualización de agentes nosógenos al microscopio; (5.2) foto de grupo de los participantes en el taller docente.

El programa teórico tuvo su reflejo en un programa de prácticas, cuyo principal cometido fue el de dar a conocer las diferentes técnicas descritas para la correcta identificación y diagnóstico de los agentes anteriormente estudiados. Para el diseño de las prácticas, se utilizaron como referencia dos documentos ampliamente reconocidos a

nivel internacional: el Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y el *Diagnosis of Honey Bee Diseases* del *United States Department of Agriculture* (USDA). Las distintas técnicas descritas para cada uno de los agentes nosógenos estudiados se recogen en la tabla 5.3.

A3.2 Proporcionar material docente actualizado

La escasa relevancia social y el poco peso específico de la apicultura en la economía del país tienen su reflejo en la poca atención que ésta recibe en el currículum académico de la escuela. En la actualidad, el *Animal Health and Production College* imparte dos titulaciones: un certificado en sanidad animal de dos años de duración (*Certificate in animal health*) y un diploma en sanidad animal de tres años de duración (*Diploma in animal health*). El currículum de estas titulaciones dedica a la formación en apicultura un máximo de 10 horas (1 crédito) en el caso del certificado y 30 horas (3 créditos) en el diploma, a repartir entre apicultura y cunicultura, consideradas producciones menores.

El diseño de ambas titulaciones, diploma y certificado, persigue capacitar a los alumnos para que puedan responsabilizarse de dos tareas principales: de un lado, promover la extensión y mejora de las producciones de animales de abasto, y de otro, mejorar la accesibilidad a los servicios de salud por parte de los propietarios de animales. Tal y como está diseñada la parte del temario docente dedicada a la apicultura, no permite proporcionar a los estudiantes la autonomía suficiente para realizar un adecuado control sanitario del ganado apícola, ni les forma suficientemente para que sean capaces de aprovechar las oportunidades que esta ganadería brinda a la hora de emprender una actividad económica autónoma.

Cuando se analiza en profundidad el diseño curricular de las asignaturas relacionadas con la sanidad y producción apícola, se pone de manifiesto la necesidad de actualizar tanto el propio diseño como el material educativo que se encuentra a disposición de docentes y alumnos. El material estaba más próximo al de un curso de iniciación a la apicultura que al de un programa de formación de técnicos veterinarios. El

grueso de esa formación se centraba en medidas de manejo del ganado apícola, mientras que los aspectos zootécnicos y sanitarios, propios de una formación específica para técnicos veterinarios, quedaban prácticamente relegados a la irrelevancia. A nivel zootécnico existía una total ausencia de contenido referido a medidas de mejora de la producción, mientras que a nivel sanitario la única enfermedad que contemplaba el currículum era la parasitosis causada por el ácaro *Varroa*. Además, esta última se describía en términos incorrectos y desactualizados, referenciándola como “la enfermedad que es causada por el ácaro *Varroa jacobsoni*”, si bien desde el año 2000 se sabe que el ácaro que parasita la abeja *Apis mellifera* a nivel mundial es *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000). Mediante estudios moleculares, Anderson y Trueman (2000) determinaron que el ácaro antes conocido como *Varroa jacobsoni* era en realidad un complejo con, al menos, dos especies diferentes.

Del anterior análisis surgió la necesidad de realizar una profunda revisión del diseño curricular de estas asignaturas, con el objetivo prioritario de poner el conocimiento apícola al servicio de la empleabilidad futura de los alumnos. Para ello, todos los aspectos relativos al manejo apícola propios de cualquier curso de iniciación a la apicultura quedaron fuera del nuevo programa docente, dedicándose el tiempo disponible a los aspectos zootécnicos y sanitarios. Gracias al conocimiento que proporcionó el muestreo nacional (ver Capítulo III), se pudo adaptar el programa docente a la realidad propia de Ghana.

La eliminación de los aspectos más básicos de la apicultura, como son las medidas de manejo o los aspectos introductorios, suponía un problema al seguir siendo necesarios para conseguir una adecuada comprensión de las particularidades de esta ganadería. Para solucionar esta carencia, se decidió el diseño y grabación de un curso audiovisual de diez unidades, con el objetivo de suplir adecuadamente la eliminación de este contenido del nuevo programa docente. Su diseño se hizo a partir de una completa revisión del material que distintas organizaciones apícolas y de cooperación ponen a disposición de la formación de nuevos apicultores (ver anexo IV), mientras que la edición del mismo se hizo utilizando grabaciones originales realizadas *ad hoc*. El curso se compone de las siguientes unidades:

- 1. *What is beekeeping about? Beekeeping livestock, general concepts.*
- 2. *How is a bee itself? How does a colony live? Bee morphology and biology.*
- 3. *Where do bees live? From wild nests to top bar hives. Bee hives.*
- 4. *How can I start beekeeping? Part I: sitting an apiary.*
- 5. *How can I start beekeeping? Part II: managing an apiary.*
- 6. *The beekeeper's calendar.*
- 7. *How do I harvest safely for me and my bees? Harvesting.*
- 8. *Main products from the hive. Processing honey and beeswax.*
- 9. *Adding value to the bee products.*
- 10. *Working together. The bee centre.*

Para mejorar el material docente específico, relacionado con la zootecnia y la sanidad de la producción apícola, se puso a disposición de los docentes todo el material elaborado para el curso teórico-práctico de diciembre de 2012. Esto facilitó que los alumnos se pudiesen beneficiar de unos contenidos más actualizados y próximos a todo el conocimiento recientemente generado en el campo de la patología apícola. De igual modo, el programa de prácticas del mencionado curso se puso a disposición de la escuela. De acuerdo con las necesidades expresadas por la contraparte, el programa se adaptó para transformarlo en protocolos de trabajo en el laboratorio (ver anexo V), facilitando el diseño de un programa de formación práctica. Para completar adecuadamente la docencia en sanidad apícola, se seleccionaron preparaciones para microscopio de cada uno de los agentes estudiados, que se depositaron permanentemente en el AHPC a modo de donación. Estas preparaciones se obtuvieron de una colección privada que los miembros españoles de ambas instituciones participantes del proyecto tienen, tras sus muchos años de trabajo e investigación en patología apícola.

A4.1 Acondicionar un aula como laboratorio de investigación y diagnóstico parasitológico y microbiológico

De forma complementaria a la mejora de las capacidades de los docentes del *Animal Health and Production College*, se favoreció la renovación de los medios físicos a

disposición de los mismos. Los recursos e instalaciones de la escuela son limitados, y entre los déficits más notables se encuentra la ausencia de un laboratorio propio. Gracias a la estrecha colaboración del AHPC con el *Central Veterinary Laboratory*, los alumnos realizan las prácticas de microbiología y parasitología en las instalaciones de este último. La posibilidad de disponer de un laboratorio propio, además de facilitar las tareas docentes de la escuela, permite establecer líneas propias de investigación y de diagnóstico, tareas que actualmente no es posible realizar.

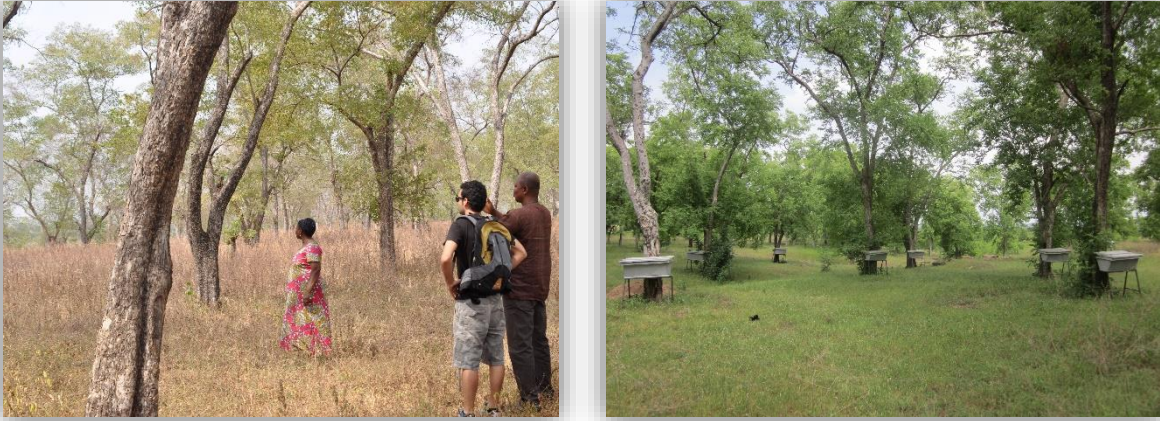


Fotografías 5.3 y 5.4: acondicionamiento del laboratorio. De izquierda a derecha: (5.3) laboratorio antes de la reforma (noviembre 2012); (5.4) laboratorio después de la reforma (diciembre 2013).

La contraparte se comprometió a facilitar el espacio físico para la instalación del laboratorio, así como a proporcionar acceso a los servicios básicos de agua y luz, garantizando también la instalación del equipamiento necesario para el mantenimiento de la temperatura de trabajo en el interior del futuro laboratorio. Fue necesario reformar la ubicación elegida para la instalación del laboratorio, por lo que el AHPC se encargó de la elaboración del presupuesto, así como de velar por el adecuado cumplimiento de los plazos de la obra. La reforma se inició en diciembre de 2012, y durante el plazo de un año se realizaron distintas acciones para su acondicionamiento: cambio de suelo, remozado de paredes y cambio de ventanas para adecuarlas a las condiciones de higiene y limpieza que requiere un laboratorio de diagnóstico; rehabilitación del mobiliario físico (mesas, sillas y armarios); y recuperación de todo el material de laboratorio previamente

adquirido por la escuela. Siempre que pudo se optó por la rehabilitación frente a la sustitución o cambio.

A4.2 Instalar un colmenar de prácticas e investigación



Fotografías 5.5 y 5.6: instalación de un apiario. De izquierda a derecha: (5.5) inspección de los terrenos para la ubicación del apiario (diciembre 2012); (5.6) apiario instalado y colonizado (julio 2013).

La ganadería apícola presenta una serie de particularidades que la diferencian de cualquier otra especie ganadera. Estas características propias, pueden llegar a suponer un freno para su aprendizaje, dado que no resulta sencillo imaginar desde cero todos los procesos biológicos de la especie, su organización como colmena, o las operaciones de manejo tan específicas de esta especie ganadera. El modo más efectivo de sortear este hándicap pasa por ofrecer una formación integral, donde la parte visual y la parte práctica tengan un mayor peso que la exposición reglada de conocimiento. En este sentido, se atribuyen al filósofo chino Confucio las siguientes palabras, que recogen a la perfección el espíritu de la formación integral: “Me lo contaron y lo olvidé. Lo vi y lo entendí. Lo hice y lo aprendí”.

Se procedió a instalar un colmenar en una zona del campus cuyos terrenos son propiedad del *Animal Health and Production College*. El manejo y mantenimiento del mismo están a cargo de los profesionales de la escuela, permitiendo que los alumnos puedan acceder con facilidad a una formación práctica que les permita adquirir las competencias establecidas en el programa docente. Además esta instalación permite la

puesta en marcha de líneas de investigación propias. Se ubicaron un total de 10 colmenas de tipo *Kenya Top Bar* adquiridas en *Garu-Tempane*. Para su colonización, manejo y cata se contó con la ayuda de Mr. Christopher Campion, apicultor profesional de una localidad próxima a *Pong-Tamale*.

A4.3 Proveer el laboratorio con material de investigación



Fotografías 5.7 y 5.8: proveer material de laboratorio. De izquierda a derecha: (5.7) aspecto de los bultos del envío en el momento de su desembalaje (noviembre 2013); (5.8) detalle de parte del material adquirido.

Todo laboratorio debe contar con el material adecuado que permita la realización de tareas docentes o las labores de investigación. Tras realizar un inventario del material disponible en la escuela, se realizó una búsqueda de los recursos materiales necesarios a nivel local, no encontrándose todo el instrumental requerido para equipar la instalación. Además, dado que todo el material de laboratorio es de importación, el precio final del mismo es elevado, invitando a la búsqueda de opciones alternativas que permitan reducir costes y acceder a todo tipo de productos.

Se optó por adquirir el material en España y trasladarlo posteriormente a Ghana. Esta opción fue considerada la más adecuada al ser la más económica, dado el alto coste del escaso material disponible en Ghana y al existir la posibilidad de realizar el envío de todo el material sin coste alguno para el presupuesto del proyecto (ver anexo VI). A la

adquisición de material nuevo se unió la donación de diverso material científico que tanto el Departamento de Sanidad Animal como el Hospital Clínico Veterinario de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid realizaron.

El envío del material (12 bultos) se realizó a principios de la primavera de 2013. Hasta su completa instalación e inventariado a finales de ese mismo año, estuvo custodiado a cargo de los responsables de la contraparte. Esto se produjo una vez finalizado el proceso de rehabilitación del laboratorio.

A4.4 Dotar material para el manejo apícola

De forma parecida a lo que sucede en otras ganaderías, para realizar un adecuado manejo de las abejas es imprescindible no sólo haber adquirido el conocimiento específico que esta ganadería requiere, sino contar con el instrumental y la vestimenta adecuados que garanticen la protección de la persona o personas que realizan las operaciones de manejo. Una adecuada formación y protección de los individuos permite minimizar los riesgos inherentes al trabajo con abejas, quienes ejercen la defensa de la integridad de la colmena mediante la inoculación por picadura de un veneno que provoca una reacción alérgica más o menos severa en función de diversos factores.

En Ghana es perfectamente factible encontrar material apícola de buena calidad, tanto en lo que a instrumental de manejo como a equipos de protección (vestimenta) se refiere. De hecho, durante las distintas visitas que el equipo del proyecto ha realizado, se ha ido adquiriendo distinto material que se emplea de forma rutinaria en el *Animal Health and Production College*. No obstante esto, aprovechando la gratuidad del envío de material de laboratorio, se decidió realizar la dotación de quince equipos completos de apicultor para que los alumnos en formación de la escuela pudiesen realizar con total garantía de seguridad las prácticas correspondientes a la docencia en apicultura. Cada equipo se componía de buzos completos (mono de trabajo) con careta de protección, guantes y polainas para la protección de la zona de los tobillos. Se donaron también tres ahumadores y cinco equipos de herramientas de apicultor, elementos fundamentales a la hora de asegurar un manejo adecuado de la colmena.

A5.1 Impartir unas jornadas de iniciación a la apicultura para los alumnos interesados

Como ya se ha comentado anteriormente, las horas docentes que se destinan a la formación en apicultura son escasas y no permiten una formación de los alumnos que garantice su capacitación para hacerse cargo de la sanidad de una explotación apícola ni de la mejora de su producción. Las mejoras curriculares introducidas tratan de mejorar esta situación, permitiendo que esta formación sea lo más completa y efectiva posible.

En ese sentido, tras la adecuación del programa docente y la reorientación de los contenidos, se realizan una serie de actividades fuera de programa que giran en torno a los conceptos básicos de manejo apícola. Todo ello gracias a la inestimable labor que la profesora Mrs. Faustina Polkuraf dedica a esta tarea. Aunque estas actividades no son imprescindibles para un correcto seguimiento de los contenidos de las asignaturas, otorgan a los asistentes una mayor comprensión y mayores destrezas sobre las particularidades de este ganado. Aprovechando la disponibilidad de la profesora Polkuraf y el interés de algunos de alumnos de la escuela, se planificaron sendas jornadas de formación para impartir un curso de iniciación a la apicultura, coincidentes con dos visitas de los miembros del proyecto: la primera de ellas tuvo lugar en agosto de 2013 y la segunda en septiembre de 2015.

Las primeras jornadas tuvieron que ofertarse en agosto de 2013, no teniendo una adecuada acogida dado que en esas fechas los alumnos se encuentran disfrutando de su periodo vacacional. Se aprovechó ese tiempo para trabajar con la profesora Polkuraf en la elaboración de una estrategia para la creación de un grupo de alumnos interesado en apicultura que, mediante este tipo de actividades extracurriculares, puedan profundizar en el conocimiento apícola.

La convocatoria de septiembre de 2015 tuvo mucho más éxito. Durante dos jornadas, un nutrido grupo de alumnos interesados en la apicultura recibieron cinco horas de formación de la mano de miembros españoles del proyecto. Durante este tiempo se hizo hincapié en los fundamentos básicos de la ganadería apícola y de su manejo productivo, sin entrar en aspectos sanitarios ni zootécnicos. Asistieron 22 personas a la primera jornada de formación y 24 a la segunda.



Fotografías 5.9 y 5.10: jornadas para alumnos. De izquierda a derecha: (5.9) foto de grupo de la primera jornada de formación; (5.10) alumnos en el aula durante la segunda jornada de formación.

5.2 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de la intervención, hubo que realizar ajustes en el calendario previsto para el desarrollo de algunas de las actividades contenidas en este capítulo. El proceso de acondicionamiento del laboratorio (actividad 4.1), cuya ejecución estaba prevista entre el segundo y tercer viaje del equipo del proyecto (meses 10 a 15), se inició en el mes 15 y finalizó en el 21, para interferir lo menos posible con la actividad docente del AHPC. El envío de material de laboratorio (actividad 4.3), previsto para los meses 6 y 7, se realizó en el mes 14, aprovechando la posibilidad de realizarlo de la mano del financiador del proyecto. Finalmente, las jornadas de iniciación a la apicultura para alumnos del AHPC (actividad 5.1), previstas en los meses 17 y 18, tuvieron que ser reprogramadas por la falta de alumnos, siendo impartidas durante la visita de septiembre de 2015.

La evaluación del desarrollo de estas actividades también se realizó en dos momentos: (i) a la finalización de cada una de las mismas, cuando se elaboró el pertinente informe para el financiador; y (ii) en septiembre de 2015, cuando se realizó una nueva evaluación *in situ* sobre el estado de todo el capital generado durante el proyecto.

De acuerdo con el diseño del capítulo y los objetivos propuestos, tras la finalización de las actividades previstas se habían extendido las capacidades docentes de los miembros del AHPC, renovado los medios docentes, y se había fomentado el interés por la apicultura entre los alumnos de la escuela, dando por tanto cumplimiento al segundo de los objetivos específicos previstos: *favorecer las capacidades y los medios docentes del Animal Health and Production College*.

Gracias a la realización de las jornadas teórico-prácticas sobre sanidad apícola, se consiguió implicar a todos los docentes del AHPC y del CVL en el desarrollo del proyecto en la escuela. Este hecho facilitó que la acogida de la intervención fuese muy alta por parte de todo el personal directa o indirectamente relacionado con la escuela. Permitted la creación de unas relaciones humanas sólidas, que han servido de apoyo a los miembros del proyecto durante todos los años que ha durado la intervención, y que actualmente siguen existiendo.

Además, se consiguió transmitir a los asistentes la importancia que la apicultura tiene a nivel ecológico y económico, así como las oportunidades que es capaz de generar. La gran mayoría de los profesionales que asistieron a esta actividad, reconocieron que hasta la realización del taller nunca se habían planteado las posibilidades que la apicultura ofrece a nivel profesional, ni reconocían la importante labor que los veterinarios realizan garantizando un correcto desarrollo productivo y sanitario de este ganado.

Los participantes de la actividad mejoraron significativamente su conocimiento en el campo de la sanidad y la patología del ganado apícola. Mientras que al inicio del taller, únicamente cuatro de los quince asistentes fueron capaces de identificar una única enfermedad (la parasitosis causada por el ácaro *Varroa*), a la finalización del curso, todos los asistentes fueron capaces de reconocer adecuadamente los signos clínicos de enfermedades provocadas por artrópodos, bacterias, hongos y virus. Además, de entre todas las enfermedades expuestas, fueron capaces de identificar aquellas que por sí solas son capaces de comprometer el normal desarrollo de una colonia de abejas, y diferenciarlas de enfermedades menos patógenas u oportunistas. La evaluación del curso por parte de los docentes fue muy positiva tal y como le transmitieron al profesor encargado de la organización (Dr. Eric Obeng Bempong), llegando a solicitar una segunda edición dedicada a enfermedades parasitarias de otras ganaderías (no realizada).

Durante la parte práctica, los asistentes se capacitaron en las distintas técnicas de laboratorio que permiten la identificación y diagnóstico de los distintos agentes nosógenos del ganado apícola. Como se ha comentado anteriormente, estas técnicas son sencillas y su ejecución está al alcance tanto de docentes como de alumnos, lo que ha supuesto una clara oportunidad para la mejora de los medios docentes de la escuela. Así, las prácticas del curso se convirtieron en protocolos de laboratorio, y actualmente los alumnos del AHPC realizan este tipo de análisis como parte de su formación.

Esto ha permitido poner de relieve cómo se pueden mejorar las competencias docentes e investigadoras de profesores y alumnos, mediante la actualización de las capacidades, destrezas y habilidades de docentes y alumnos en un campo concreto (la apicultura en nuestro caso). De una parte, los profesores han visto mejorado su conocimiento en el campo de la sanidad y la producción apícola, adquiriendo nuevas

destrezas y habilidades en la observación y diagnóstico de procesos patológicos del ganado apícola. De otra, mediante el ejercicio de la práctica, también los alumnos se han beneficiado de esta intervención, adquiriendo nuevas destrezas y habilidades en técnicas de identificación y diagnóstico en el laboratorio, así como habiéndose despertado en algunos de ellos el interés hacia la investigación.

Durante el proceso de evaluación *in situ* realizado en 2015, se entrevistó de forma oral a los dos responsables del proyecto en *Pong-Tamale*: la profesora Faustina Polkuraf y el Dr. Eric Obeng Bempong (anexo II). De la transcripción del contenido de estas entrevistas, resaltan algunos pronunciamientos que permiten comprender el impacto real que el desarrollo de las actividades ha tenido:

- *“It has improved my teaching skills and the program. Because eh... in the past years I’ve just been teaching showing the students pictures of bees, and this project has brought so much to me as teacher and then to the students, because now we can take a bee by ourselves, or catch a comb, and then try to look for varroa, which for the past years we just knew for a picture (inaudible). But now it is a real practical aspect. In fact that has made some of the students to be very interested in the beekeeping as a thing they can do for them”*. Faustina Polkuraf, profesora encargada de la docencia en apicultura en el AHPC, sobre la mejora de su docencia.
- *“(...) at the moment, as for our students there’s no employment there for the students. And with this eh... entrepreneurship, the student when they complete the year they can use beekeeping as a business. Yes, they can use beekeeping as a business. We should teach it, because of the entrepreneurship that it would give to the students”*. Faustina Polkuraf, profesora encargada de la docencia en apicultura en el AHPC, sobre las oportunidades que la apicultura brinda a la empleabilidad futura de los alumnos de la escuela.
- *“(...) is important for the fact that if we are able to ensure sustainability of the beekeeping industry, then it means our academic work would have a future, because people can actually go into beekeeping as a way of employment and generating income for their living”*. Eric Obeng Bempong, director de la escuela y

responsable del proyecto en el AHPC, sobre la importancia de la docencia en apicultura.

- *“In the first place it has popularize us. You can’t know, people who didn’t know us are even calling us and asking if they can come and test their bees. Somebody from Techiman, Cape-Coast, Somanya and others. Actually all over the country people are interested now to come and... and check, and test. So if you are talking about eh... importance, or whatever it has done to us, eh... it is overwhelming, I cannot express it in words. Unless you come to examine yourself”.* Eric Obeng Bempong, director de la escuela y responsable del proyecto en el AHPC, sobre el impacto que el proyecto ha tenido para la escuela.

Mediante la actualización del material docente y la mejora de las instalaciones, se ha conseguido incidir de forma muy positiva en la calidad de la docencia. Las palabras de Mrs. Faustina Polkuraf y del Dr. Eric Obeng Bempong dan una idea de la importancia que esta ganadería tiene actualmente en la escuela.

La reestructuración del currículum docente ha sido el elemento vertebrador de la mejora docente. El paso fundamental fue adaptar el contenido del programa para la formación de técnicos veterinarios, abandonando los aspectos básicos de la introducción a la apicultura. Esta decisión no estuvo exenta de debate y riesgo, dado que el conocimiento de partida de los alumnos sobre la apicultura es muy bajo, cuando no nulo. Sin embargo el diseño de alternativas formativas fuera de programa permite suplir exitosamente el interés que se despierta en algunos alumnos. Así, los módulos docentes suplen adecuadamente esta parte y son utilizados frecuentemente tanto por los alumnos como por Mrs. Faustina Polkuraf en algunos momentos.

Las mejoras introducidas en la parte teórica de las asignaturas, y la incorporación de prácticas en campo y en laboratorio han permitido impulsar la mejora docente. A este respecto, la rehabilitación y equipamiento de un laboratorio propio del *Animal Health and Production College* y la instalación de un apiario donde realizar tareas docentes e investigadoras han supuesto una indudable mejora.

Las actividades docentes, que se desarrollan en el laboratorio, permiten la adquisición de una serie de destrezas y aptitudes en los alumnos complementarias al estudio de los conceptos sanitarios y zootécnicos que se realiza en el aula. En la actualidad sólo se han desarrollado protocolos prácticos de trabajo en el campo de la patología apícola. Sin embargo, durante el diseño y la selección del material de laboratorio, se tuvo en cuenta la posibilidad de ampliar su uso en un futuro próximo a otras enfermedades parasitarias o infecciosas de otras especies ganaderas. Para ello, como parte de la donación que realizó el Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de Madrid, se depositó en el laboratorio una copia del programa de prácticas de la asignatura de Enfermedades Parasitarias (Departamento de Sanidad Animal, Universidad Complutense de Madrid), que contiene una descripción detallada del desarrollo de las técnicas de diagnóstico parasitológico más comunes para carnívoros, herbívoros, suidos, lepóridos, aves y peces.

Por su parte, el apiario ha permitido capacitar a los alumnos en manejo apícola. Este aspecto resulta crítico a la hora de comprender en su totalidad las particularidades de la ganadería apícola. Las abejas, como ganado, tienen rasgos únicos a nivel de organización, comportamiento, manejo, reproducción, producción y mejora genética. El ejercicio de la práctica y la visualización de los distintos elementos o señales del animal vivo permiten comprender algunos conceptos que, de otro modo, resulta farragoso explicar. Además, despierta un innegable interés en aquellos que son capaces de superar el miedo a los aguijones.

Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente, el principal hándicap para la correcta capacitación de los alumnos sigue siendo la escasa cantidad de horas dedicadas al estudio de la apicultura. La dedicación horaria, según el diseño curricular, no permite que los alumnos se capaciten adecuadamente para ejercer como responsables del control de la sanidad del ganado apícola y de la mejora de su producción. Y este hecho no es característico únicamente de Ghana.

La *European Association of Establishments for Veterinary Education* (EAEVE, Asociación Europea de Facultades de Veterinaria) junto con la *Federation of Veterinarians of Europe* (FVE, Federación Europea de Veterinarios) realizaron en el año 2012 un estudio

para conocer las particularidades de distintos aspectos curriculares en las 63 principales facultades europeas de veterinaria. Cinco de las preguntas del estudio analizaban el peso específico de la sanidad apícola en los currículums de las universidades.

Los resultados de este estudio mostraron que en el 47% de las facultades, la sanidad apícola se imparte como una disciplina independiente, mientras que en el 38% se imparte embebida dentro de otras disciplinas (parasitología y microbiología principalmente), y en el 15% de las facultades no se contempla el estudio de la sanidad apícola dentro de sus currículums. También se preguntó sobre la obligatoriedad de cursar esta materia, siendo obligatoria en el 57% de los centros, parcialmente obligatoria en el 23% (parte de la docencia se puede cursar de forma optativa y parte es obligatoria), y totalmente optativa en el 21%.

En países como España, que cuenta con una gran tradición apícola y cuyas universidades tienen currículums académicos sólidamente consolidados para la formación de veterinarios, la situación no es mucho mejor a lo expuesto anteriormente. Como media, los currículums dedican cuatro horas obligatorias al estudio de la sanidad apícola, con dos honrosas excepciones: la Universidad de Murcia que dedica 20 horas, y la Universidad de Valencia que dedica 25 horas.

Ante esta situación y ante la necesidad de formar profesionales ampliamente capacitados para desarrollar un adecuado trabajo veterinario apícola, es fundamental, tanto en Ghana como en España, realizar actividades fuera del programa curricular que ahonden en todas las especificidades de este ganado.

A este respecto, el diseño y grabación de un curso audiovisual de diez unidades ha supuesto un gran esfuerzo y una gran satisfacción, puesto que no solo es uno de los resultados más interesantes de este capítulo, sino que su visualización es una de las actividades formativas extracurriculares más populares en la escuela. Este curso permite aproximar los conceptos básicos de la apicultura a todo aquel que lo visualiza, y se tuvo especial cuidado para que su diseño estuviese adaptado a la realidad apícola de Ghana, permitiendo que los alumnos puedan identificarse adecuadamente con su contenido.

Y no solo se utilizan de forma extracurricular. La responsable de la docencia en apicultura del *Animal Health and Production College* utiliza algunas unidades, principalmente las que hacen referencia a los aspectos biológicos, para presentar algunos aspectos clave de esta ganadería a los alumnos de nuevos ingreso. De hecho, vista la buena acogida que han tenido, se pusieron también a disposición del equipo del proyecto en *Garu-Tempene*, quien los tiene a su total disposición para sus tareas de formación.

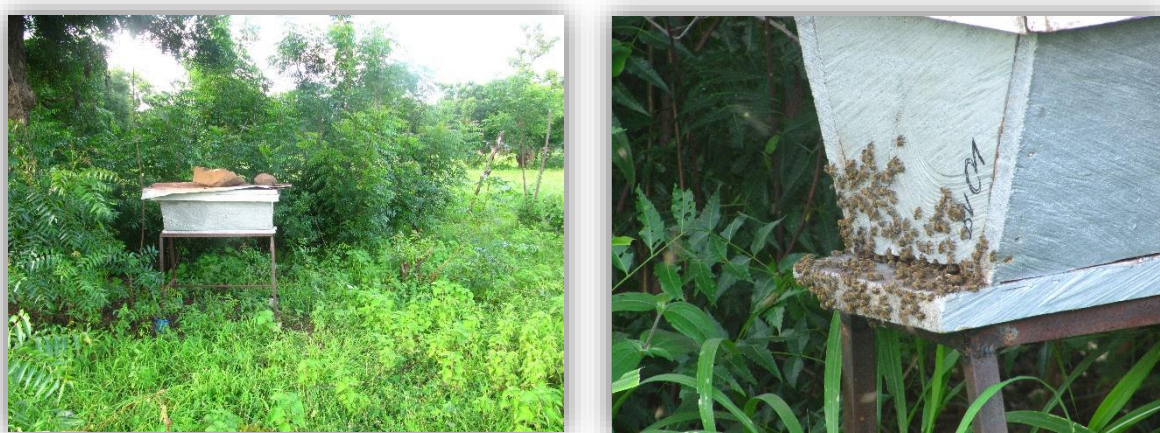
Mediante el uso de estos vídeos y la mejora de la formación, principalmente a nivel práctico, la formación en apicultura es una de las que mayor interés despierta entre los alumnos de la escuela. Este interés ha desembocado en la creación, dentro del marco de la escuela, de un club de alumnos interesados en el conocimiento apícola. Durante la evaluación *in situ* de septiembre de 2015, se pudieron contabilizar como miembros de dicho grupo un total de 36 alumnos y alumnas, quienes se reúnen con una periodicidad mensual para realizar tareas de formación fuera del programa curricular. La visualización conjunta de alguno de los capítulos del curso y su posterior discusión es una de las actividades más comunes. Pero también se realizan salidas al colmenar, especialmente en la época de la cosecha de miel o para realizar inspecciones rutinarias o tomas de muestra, mediante las cuales los participantes pueden adquirir mayor destreza en el manejo del ganado. Todas las actividades están supervisadas por la profesora Polkuraf.

Este grupo de alumnos asiste, de forma rotacional, a la encargada del laboratorio de diagnóstico apícola durante sus tareas. Desde finales de 2014 se reciben esporádicamente muestras de abejas para su análisis, y al cargo de este proceso se encuentra la profesora Polkuraf asistida por estos alumnos internos. La realización de estos diagnósticos ha despertado un incipiente interés por la investigación, que se trató de aprovechar potenciar durante septiembre de 2015 cuando se realizó un ensayo piloto de eficacia de un medicamento de base natural frente a *Varroa destructor* (capítulo III).

También durante la evaluación *in situ* de septiembre de 2015 se pudo comprobar el estado de uso y conservación de los distintos elementos rehabilitados o donados durante el desarrollo del proyecto. El laboratorio sigue estando en perfectas condiciones de uso y todo el material que contiene está perfectamente conservado y almacenado. La docencia práctica en apicultura sigue ocupando el grueso del uso de las instalaciones y la

actividad investigadora sigue siendo limitada. Hasta la fecha no se han implementado nuevos protocolos de diagnóstico parasitológico o microbiológico para otras especies ganaderas, por lo que parte del potencial del laboratorio sigue pendiente de explotación.

Las diez colmenas que se instalaron en el apiario siguen formando parte de un apiario, están colonizadas y un apicultor local ayuda en las tareas de cosecha de la miel a cambio de parte de la producción. Durante el primer año en que estuvieron ubicadas en la entrada este del campus, se comprobó que la ubicación seleccionada entrañaba cierto riesgo, al situarse cerca de dos zonas de paso. Por ello, durante el mes de julio de 2014 se trasladó el asentamiento a una nueva ubicación, en la parte sur-oeste de los terrenos del AHPC y alejada de cualquier zona de paso. Desde entonces no se han producido incidentes.



Fotografías 5.11 y 5.12: colmenas del AHPC en su nueva ubicación. De izquierda a derecha: (5.11) detalle de una colmena en la nueva ubicación del colmenar de prácticas; (5.12) piquera de una de las colmenas del AHPC (septiembre de 2015).

El material apícola también se encuentra en un estado de conservación adecuado. Las tareas apícolas, especialmente las que implican cosecha de miel o movimientos de colmenas suelen deteriorar considerablemente el material de protección de los trabajadores. Algunos de los equipos del centro han sufrido estos desperfectos y se han reparado, sirviendo como muestra no solo del interés por conservar los equipos, sino también del necesario uso que se hace de ellos.

Todas estas evidencias recogidas y analizadas anteriormente permiten asegurar que la intervención en *Pong-Tamale* ha permitido alcanzar el objetivo propuesto de mejorar las capacidades y medios docentes del *Animal Health and Production College*. La evaluación directa del grado de conservación y uso de los elementos físicos rehabilitados o donados, así como la evaluación indirecta del grado en que las mejoras introducidas han impactado en la formación que los alumnos de la escuela reciben, permite sostener que se ha alcanzado un adecuado éxito sobre el objetivo marcado. Sin duda el elemento más significativo es el interés de los alumnos en el estudio de la ganadería apícola, pues como ya se ha comentado en numerosas ocasiones, dada la realidad socio-laboral de Ghana, esta ganadería supone una buena oportunidad de emprendimiento. Y así la perciben los alumnos.

El segundo de los elementos que invitan al optimismo es el reciente interés generado en el campo de la investigación científica. La apicultura permite una amable aproximación al método científico, invitando a la observación y al planteamiento de hipótesis de trabajo. Sin duda sigue quedando mucho camino por recorrer en este campo, pero se ha sembrado una semilla que puede dar fruto en un futuro no muy lejano.

CAPÍTULO III

APICULTURA MOVILISTA COMO COMPLEMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO EN ÁFRICA

En este tercer y último capítulo se expone el trabajo de investigación científica que se ha realizado para el desarrollo de esta memoria. Con el objetivo de conocer el estado sanitario de la cabaña apícola en Ghana y de promover la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola en el *Animal Health and Production College* de Pong-Tamale, se plantearon dos actividades: la primera, un muestreo de la cabaña apícola por todo el territorio de Ghana, que permita conseguir una imagen actualizada de los patógenos bióticos y abióticos presentes, su estado de salud general y las amenazas que enfrenta; la segunda, una vez identificado el agente nosógeno más prevalente, realizar un ensayo piloto de eficacia con un producto, preferentemente de base natural, para asegurar la posibilidad de su control ante la eventual realización de futuros ensayos (tabla 6.1).

Tabla 6.1 Resultados esperados y actividades previstas para la consecución del tercer objetivo específico del proyecto: *Conocer la situación sanitaria de la cabaña apícola en Ghana y promover la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola.*

Resultados esperados	Actividades previstas
6. Mejorado el conocimiento sobre el estado sanitario de la cabaña apícola	6.1 Realizar un muestreo nacional
7. Sentadas las bases para que en el AHPC se pueda realizar investigación	7.1 Realizar un ensayo piloto frente al agente nosógeno más prevalente detectado en el muestreo

Este último capítulo abandona la estructura de los dos anteriores para utilizar la línea propia de la argumentación científica. En primer lugar se presenta una revisión bibliográfica que pretende ser una aproximación al conocimiento publicado sobre linajes de abejas, valor de la actividad apícola y patología apícola en el continente africano. Esta revisión sirve de introducción al desarrollo de las dos actividades anteriormente mencionadas, cuyo desarrollo comprende la exposición de los materiales y métodos utilizados, los resultados obtenidos y la discusión de los mismos.

6.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La filogenia del género *Apis* ha ido adaptándose al paso de las décadas y al desarrollo de nuevas herramientas de estudio y análisis. Hasta 1960, el reconocimiento de especies se realizaba, únicamente, en base a las diferencias morfológicas existentes entre individuos próximos. A partir de esa fecha, este proceder fue superado gracias al trabajo de Ernst Mayer y a la aceptación del concepto de especies biológicas (revisado por Koeniger y col., 2010). A grandes rasgos, el trabajo de Mayer defiende que son individuos de una misma especie aquellos que pueden reproducirse entre sí y obtener de ello una descendencia fértil; dicho de otra forma, para reconocer que dos individuos pertenecen a dos especies distintas, es necesario demostrar que la descendencia obtenida de la reproducción de dos individuos no es fértil, o que directamente no se pueden reproducir entre ellos. Este concepto redujo notablemente el número de especies aceptadas dentro del género *Apis* hasta la publicación del trabajo de Ruttner (1988), que es la base sobre la que se construye la filogenia actual del género. Huelga decir que la posterior aparición de las herramientas moleculares y su aplicación a este tipo de estudios taxonómicos, ha permitido confirmar y reorganizar todo el trabajo previo.

De acuerdo con el trabajo de Koeniger y col. (2010) sobre la filogenia del género *Apis*, existen nueve grupos de abejas (especies) de las que se ha podido documentar evidencia de especiación biológica. Estas nueve especies se agrupan en tres taxones distintos o sub-géneros, definidos en base a sus diferencias en su forma de anidar, su tamaño corporal u otras características de su comportamiento. El grupo más próximo al ancestro común del género es el de las abejas que construyen sus nidos en cavidades, que recibe el sobrenombre de *Apis* y está formado por cinco especies: *A. mellifera* Linneo 1758, *A. koschevnikovi* Buttel-Reepen 1906, *A. nuluensis* Tingek, Koeniger & Koeniger 1996, *A. nigrocincta* Smith 1861 y *A. cerana* Fabricius 1793. El siguiente grupo es el de las abejas gigantes o *Megapis*, que guardan cierta relación con el grupo anterior y está formado por dos especies: *A. dorsata* Fabricius 1793 y *A. laboriosa* Smith 1871. Finalmente, el grupo de abejas enanas o *Micrapis*, alberga las especies *A. florea* Fabricius 1787 y *A. andreniformis* Smith 1858. El hecho de que una de ellas (*A. mellifera*) fuera denominada por el propio Linneo indica su identidad como especie reconocida desde hace casi tres siglos.

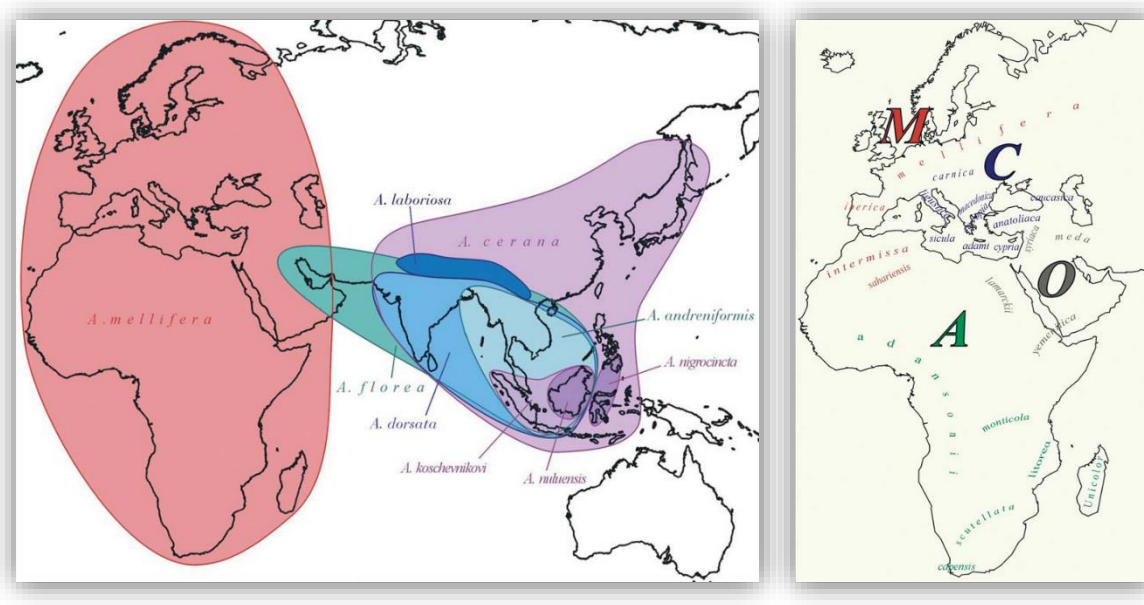
A pesar de que el consenso sobre la filogenia del género *Apis* es mayoritario, algunos autores defienden el reconocimiento de otros grupos de abejas como especies propias dentro del género. En este sentido, basándose en su aislamiento geográfico y en diferencias morfológicas respecto de *A. dorsata*, algunos grupos defienden que *A. breviligula* Maa 1953 y *A. binghami* Cockerell 1906 son dos especies distintas a la primera (Oldroyd y Wongsiri, 2009). No obstante, existen dudas razonables a nivel tanto morfológico (Ruttner, 1988; Engel, 1998) como a nivel genético (Arias y Sheppard, 2005; Le Conte y Navajas, 2008), lo que lleva a considerarlas mayoritariamente como dos subespecies de *A. dorsata*.

6.1.1 SUB-ESPECIES AFRICANAS DE *APIS MELLIFERA*

De acuerdo con el trabajo de Han y col. (2012), el origen más probable de las especies del género *Apis* se sitúa en Asia. Si bien su distribución geográfica actual es notablemente irregular, la mayoría de ellas se concentran y solapan en la franja tropical del sudeste asiático, ya sea ocupando unos biotopos más o menos concretos (*A. nuluensis*, *A. nigrocincta* o *A. laboriosa*) o presentando una dispersión mayor a lo largo y ancho del continente asiático (*A. florea* o *A. cerana*). Por el contrario, la distribución natural de *A. mellifera* ocupa toda Europa, África y Oriente Próximo, aproximadamente hasta el meridiano que limita la franja este de Rusia, Kazajistán y Afganistán (Ruttner, 1988; Le Conte y Navajas, 2008).

La distinta distribución de *A. mellifera*, con respecto a la del resto de especies del género, ha motivado la defensa de distintas hipótesis sobre el origen de su dispersión (Han y col., 2012). Mientras que algunos estudios sitúan este origen en Oriente Próximo (Ruttner, 1988; Garnery y col., 1992; Arias y Sheppard, 1996), otros han defendido que la dispersión partió de África (Weinstock y col., 2006; Whitfield y col., 2006; Le Conte y Navajas, 2008). No obstante, el origen más probable parece situarse en Asia, próximo al de las demás especies del género *Apis* (Wallberg y col., 2014), si bien existe margen de investigación suficiente como para que próximos descubrimientos, puedan aportar otros elementos de debate.

Esta especie, *Apis mellifera*, conocida por el sobrenombre de “abeja de la miel”, agrupa treinta sub-especies (o razas) distintas (Koeniger y col., 2010). Esta variabilidad responde a un proceso evolutivo de millares de años, en los que ha sido capaz de adaptarse, de forma exitosa, a biotopos tan diversos entre sí como los oasis del desierto del Sáhara o las estepas frías en Escandinavia. Es importante señalar, que actualmente se encuentra distribuida por los cinco continentes, donde ha llegado gracias a su deliberado transporte por parte del ser humano (Crane, 1999), adaptándose a estos nuevos territorios de forma exitosa.



Fotografías 6.1 y 6.2: especies del género *Apis*. De izquierda a derecha: (6.1) distribución de las especies del género *Apis*; (6.2) distribución geográfica de las principales especies de *A. mellifera* y de los linajes evolutivos A, M, C, O. Fuente: *Le Conte y Navajas (2008)*, revisado con las aportaciones de *Franck y col. (2000)*.

Esta abeja es una de las especies de insectos sobre la que más se ha estudiado su desarrollo evolutivo. Mediante el empleo de marcadores en el ADN mitocondrial, se ha agrupado a las distintas sub-especies en cuatro ramas o linajes evolutivos (A, M, C, O) (Le Conte y Navajas, 2008; Wallberg y col., 2014):

- El linaje A engloba diez sub-especies de distribución típicamente africana (*A. m. major*, *A. m. sahariensis* y *A. m. intermissa* en el Magreb; *A. m. adansonii*, *A. m. capensis*, *A. m. litorea*, *A. m. monticola*, *A. m. scutellata* y *A. m. lamarckii* por toda

la zona sur del continente; y *A. m. unicolor* en Madagascar), además de a las abejas de la isla italiana de Sicilia (*A. m. siciliana*).

- Las sub-especies del linaje M se reparten por Europa Occidental, e incluye a la sub-especie del norte de Europa (*A. m. mellifera*) y la de la península Ibérica (*A. m. iberiensis*).
- En el linaje C se incluyen las sub-especies típicas del sureste europeo, establecidas a lo largo de la costa noreste del mar Mediterráneo (*A. m. ligustica*, *A. m. carnica*, *A. m. macedónica* y *A. m. cecropia*).
- El linaje O agrupa las sub-especies originarias del Oriente Próximo (*A. m. caucasica*, *A. m. adami*, *A. m. anatoliaca*, *A. m. armeniaca*, *A. m. cypria* y *A. m. meda*).

En la última década se han propuesto dos linajes nuevos: el linaje Z, formado por la sub-especie *A. m. syriaca* que se distribuye por Líbano, Siria e Irak (Alburaki y col., 2011, 2013); y el linaje Y formado por la sub-especie *A. m. yemenitica* que habita en Etiopía y que ha dejado por tanto de pertenecer al linaje A en el cual estaba englobada (Franck y col., 2000).

Las once sub-especies que habitan el continente africano, lo convierten en una de las regiones del mundo que alberga una mayor diversidad (Ruttner, 1988; Hepburn y Radloff, 1998; Franck y col., 2000, 2001; Le Conte y Navajas, 2008; Meixner y col., 2011). Esta diversidad puede ser confirmada mediante la caracterización molecular de las abejas del linaje A, que revela una gran variabilidad en el ADN mitocondrial. Hay descritos, al menos, cincuenta haplotipos mitocondriales distintos en base a su longitud y a las variaciones de la secuencia intergénica entre los genes *cox1-tRNA^{leu}* y *cox2* (subunidad 2 de la citocromo oxidasa) de dicho ADN (Garnery y col., 1993; Estoup y col., 1995; Evans y col., 2013). Estos haplotipos mitocondriales se agrupan en tres sub-linajes distintos para su estudio: AI, AII y AIII (Franck y col., 2001).

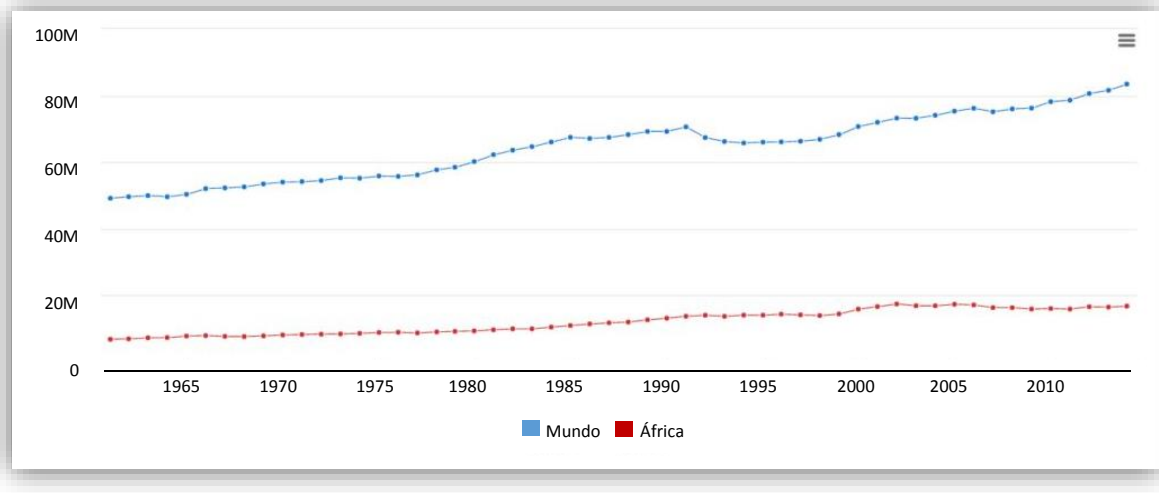
6.1.2 IMPORTANCIA DE LAS ABEJAS PARA EL CONTINENTE AFRICANO

El valor de las distintas especies de *A. mellifera* como productoras de bienes (miel, cera y polen entre otros) y servicios (polinización, principalmente) es indiscutible. De ello ha dado buena cuenta el ser humano a lo largo de su historia, aprovechando la explotación de estos recursos antes incluso de la aparición de las primeras sociedades ganaderas (Crane, 1999; Roffet-Salque y col., 2015).

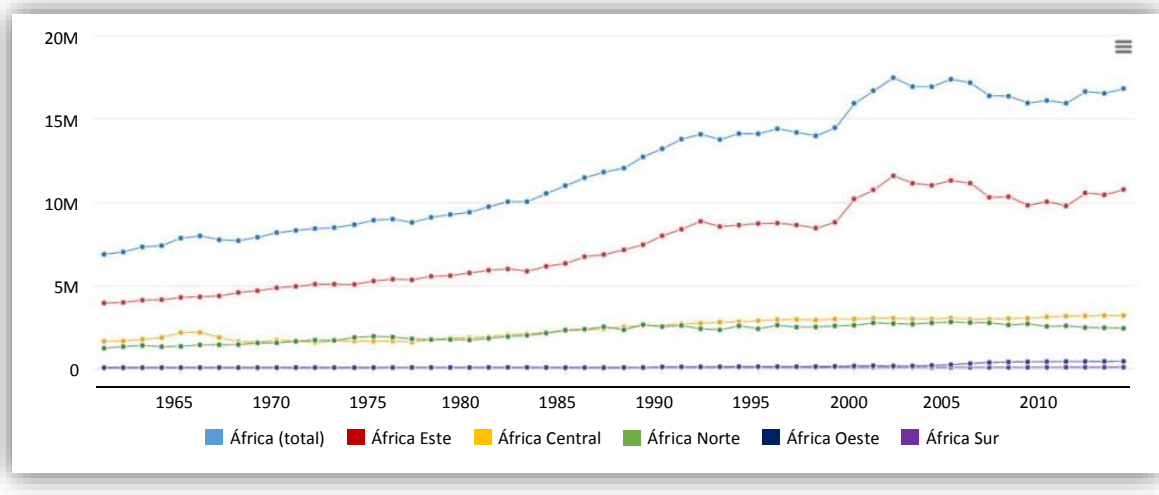
Sin embargo, determinar el valor (económico se entiende) de las abejas melíferas es un trabajo complejo, máxime para el continente africano, donde se dan una serie de particularidades que complican este cálculo: (i) un gran número de colmenas domésticas, aquellas que manejadas directamente por el ser humano para su beneficio, no están censadas, por lo que el valor de su producción queda al margen de las estadísticas oficiales; (ii) a diferencia de lo que sucede en Europa o EEUU, existe una importante población de *A. mellifera* silvestres, cuya aportación a los servicios de polinización es difícil de valorar; y (iii) existe una notable diversidad de polinizadores de géneros muy diversos, que también colaboran en la polinización de cultivos silvestres y domésticos, participando del valor real de los servicios de polinización.

Importancia de los productos de las colmenas de A. mellifera

Más de una década después de haber sido publicado, uno de los análisis más completos sobre el sector apícola en África sigue siendo el de Hussein (2001a). En su trabajo, estima que el número de colmenas domésticas para todo el continente se sitúa en una horquilla entre 14 y 18 millones de colmenas (Hussein, 2001a). De acuerdo con los datos de la FAO (FAOSTAT), en 2014 existían en África un total de 16.801.011 colmenas, lo que supone un 20% aproximado del total de colmenas contabilizadas en todo el mundo. Estos datos se construyen con un margen de error importante, dado que muchos países aportan datos incompletos, otros directamente no aportan datos (como es el caso de Ghana), y un tercer grupo de países realizan estimaciones. Por ello, es más correcto centrar el análisis de los datos de FAO en el estudio de las tendencias, más que en números concretos.



Fotografía 6.3: evolución histórica (1961-2014) del número de colmenas (stock, expresado en millones de unidades, M), en el mundo. Comparación del total de colmenas en el mundo (*World Stocks Beehives*) frente al número total en África (*Africa Stocks Beehives*). Fuente: FAOSTAT (FAO).



Fotografía 6.4: evolución histórica (1961-2014) del número de colmenas (stock, expresado en millones de unidades, M), en África. Comparación del número total (*Africa Stocks Beehives*) frente a las distintas regiones africanas (*Eastern, Middle, Northern, Southern* y *Western*). Fuente: FAOSTAT (FAO). Leyenda en orden descendente según los datos de 2014.

Si se analiza la evolución histórica del número de colmenas en África (fotografía 6.3), hasta principios del siglo XXI se observa una tendencia creciente, mientras que a partir del año 2000 tiende a mantenerse más o menos constante. La región que cuenta con un mayor número de colmenas (declaradas en FAO) y que parece determinar la tendencia global del continente, es la región este, donde se encuentran los países con un

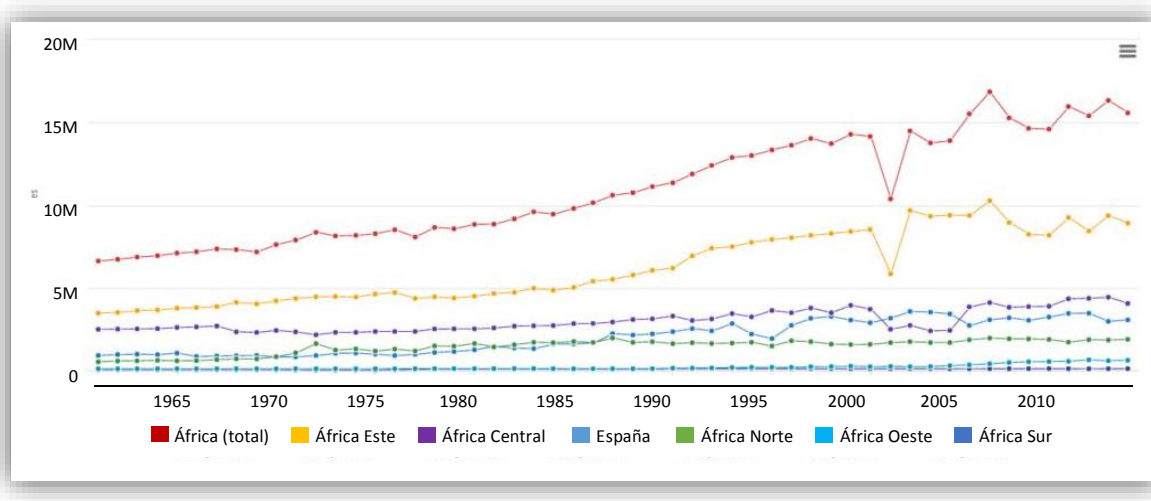
mayor número de colmenas en el continente (Etiopía y Kenia) (fotografía 6.4). El resto de países del continente africano aportan menos de un millón de unidades a esta estadística.

Mientras en muchos de estos países africanos la apicultura tradicional sigue siendo predominante (Etiopía, Ghana, Guinea-Bissau, Marruecos, Mozambique, Nigeria, Senegal, Somalia, Sudán, Tanzania, Uganda, Zambia o Zimbabue), en otros, la apicultura moderna intensiva, que emplea colmenas de cuadro móvil para maximizar la producción, es mayoritaria (Kenia, Egipto, Túnez y Sudáfrica) (Hussein, 2001a; revisado por Dietemann y col., 2009). Aunque sin duda la mayor diferencia respecto de otras regiones del mundo no es tanto el tipo de apicultura que se practica como la gran población de colonias de *A. mellifera* silvestres que existen (Moritz y col., 2005). Dietemann y col. (2009) realizaron una estimación de esta población, en base a un cálculo previo de densidad de colonias silvestres por metro cuadrado (Kajobe y Roubik, 2006). Según estos valores, en África existirían en torno a 310 millones de colonias silvestres de *A. mellifera*, lo que explica por qué la apicultura tradicional está basada en la caza de enjambres silvestres y no ha necesitado desarrollar medidas de manejo zootécnico que permitan la reproducción de colmenas domésticas. Esto contrasta considerablemente con lo que sucede en Europa o en Norteamérica, donde la población de abejas silvestres ha disminuido notablemente en la segunda mitad del siglo XIX, y donde la apicultura es una ganadería intensiva, basada en la cría y producción de abejas y miel, hecho que ha tenido su impacto en la selección y estructura poblacional de las sub-especies y razas de abejas europeas (De la Rúa y col., 2009).

La concepción mayoritariamente tradicional de la explotación apícola lleva a que ésta se entienda como una actividad complementaria de ingreso. En su inmensa mayoría hablamos de explotaciones pequeñas, familiares o comunitarias, de una media de 15 colmenas cada una, y con unas producciones relativamente pequeñas. Por supuesto, en los países con una apicultura más tecnificada, esta situación se invierte y encontramos explotaciones con un mayor número de colmenas (> 250), que sus propietarios explotan como medio de vida principal y a veces único (Hussein, 2001a).

Además del número de colmenas, es interesante analizar la producción de miel global para tener una mejor idea de la importancia de los productos de las colmenas de

abejas melíferas en África. En el año 2013, la producción total de miel del continente africano fue de 155.789 toneladas, un valor que no llega al 10% del total de la producción mundial (9% según datos de la FAO, FAOSTAT). De nuevo, un análisis de la tendencia productiva del continente refleja la total dependencia de los países del este africano, si bien es importante recordar el margen de error con el que se construyen estas estadísticas. A modo de comparación, en ese mismo año, España sola produjo 30.613 toneladas de miel, lo que equivaldría a un 20% de la producción total del continente, superando al conjunto de países que conforman las regiones norte, sur, central y oeste. La única pretensión de esta comparación es dar cuenta del amplio margen con el que cuenta el sector apícola en África para su desarrollo.



Fotografía 6.5: evolución histórica (1961-2013) de la producción de miel (production, expresada en miles de toneladas, k). Comparación de la producción total en África (*Africa Production Honey, natural*) y sus distintas regiones (*Eastern, Northern, Middle, Southern* y *Western*) frente a la producción en España (*Spain Production Honey, natural*). Fuente: FAOSTAT (FAO). Leyenda en orden descendente según los datos de 2014.

Importancia de los servicios de polinización de las colmenas de *A. mellifera*

El importante valor, tanto biológico como económico, que distintas especies de géneros *Apis* y no-*Apis* tienen como polinizadores, ha sido ampliamente revisado y debatido (Klein y col., 2007; Aebi y col., 2012; Ollerton y col., 2012; Vanbergen y col., 2013). De entre todas ellas, las poblaciones de *A. mellifera* contribuyen de forma

significativa al mantenimiento y mejora de algunos cultivos dependientes de la polinización, gracias a algunas de sus particulares características: (i) son polinizadores domésticos, es decir, el ser humano puede manejarlos y transportarlos para favorecer la polinización localizada de algunos cultivos; (ii) aunque variable en función de las condiciones climáticas del medio, ofrecen una importante fuerza de trabajo durante todo el año, dado que un tercio de su población se dedica exclusivamente a las tareas de pecoreo (Seeley, 1985); (iii) son polinizadores generalistas, con capacidad para viajar largas distancias y comunicar al resto de individuos de la colonia la localización de los recursos florales (Seeley, 1985). No obstante esto, no toda la polinización dependiente de animales la proporcionan colonias de *A. mellifera*.

Resulta difícil realizar cálculos que valoren adecuadamente la contribución de las colmenas domésticas de *A. mellifera* a la polinización de cultivos, separada del valor que aporta la contribución del resto de colonias silvestres de *A. mellifera* y de los otros muchos polinizadores existentes en el medio. El valor global de estos servicios de polinización para la agricultura mundial, se sitúa en torno a los 153.000 millones de euros (€), de los cuales se estima que 11.900 millones corresponden, exclusivamente, a la polinización de cultivos en el continente africano (Gallai y col., 2009).

A nivel mundial, se observa una tendencia creciente del valor de la polinización, debido a un aumento en la siembra de cultivos dependientes de estos servicios. Aizen y col. (2008) estimaron que el 23% de la producción agrícola en los países en desarrollo y el 15% en los países desarrollados, dependen directamente de la polinización, si bien entre 1961 y 2006, esta dependencia ha aumentado un 62% en los países en desarrollo y un 50% en los países desarrollados (Aizen y col., 2009). Aumento que no se explica por una mayor productividad de los mismos, sino por el mayor rendimiento económico de las cosechas que de ellos se obtienen.

El estudio de los datos de producción agrícola que ofrece la FAO para el periodo 1961-2006, confirma que existe un incremento de producción similar tanto en cultivos dependientes de polinización como en cultivos no dependientes, que se sitúa en torno al 1,5% para todo el conjunto de países ($1,3\% \pm 0,32\%$ en países en desarrollados y $1,61\% \pm 0,17\%$ en países en vía de desarrollo) (Aizen y col., 2008).

Estos datos productivos no parecen indicar que una crisis global de pérdida de polinizadores se esté traduciendo actualmente en una crisis productiva mundial. Sin embargo, según la revisión de Allsopp y col. (2008), el 84% de los cultivos agrícolas comercializables a nivel global (especies cultivadas para obtener de ellas un rendimiento económico) son dependientes de distintos servicios de polinización y un tercio de su producción depende directamente de la contribución de las abejas domésticas. Esta dependencia, muy notable en algunos países y revisada en otros muchos trabajos, es la que alarma a los investigadores ante una eventual pérdida masiva de los mismos (Aizen y Harder, 2009; Allsopp y col., 2008; Klein y col., 2007; vanEngelsdorp y Meixner, 2010).

6.1.3 LA CRISIS DE LOS POLINIZADORES Y SUS IMPLICACIONES PARA ÁFRICA

Existe evidencia y registro de la existencia de notables pérdidas de polinizadores en distintos momentos de la historia. Estos sucesos se han notificado casi exclusivamente sobre colmenas domésticas de *A. mellifera* y han estado asociados a acontecimientos puntuales, como la entrada de un nuevo patógeno en un hábitat, un cambio brusco en las condiciones del medio o, más comúnmente, a una combinación de distintos factores. Así por ejemplo, el episodio acontecido entre 1906 y 1920 en la isla de Wight (Inglaterra), relata una importante pérdida de colmenas domésticas asociada, inicial y erróneamente, a la acción del ácaro *Acarapis woodi* (Rennie, 1921). Una revisión posterior del proceso, ha determinado que este fenómeno de mortalidad se debió a una combinación de factores, entre los que se encuentran la acción del virus de la parálisis crónica (CBPV), episodios sostenidos de tiempo adverso (que impidió las tareas normales de pecoreo de las colmenas), y una saturación del medio por exceso de cabaña apícola (revisado por Neumann y Carreck, 2010).

El crecimiento de la población mundial y el desarrollo industrial vividos durante el pasado siglo llevan aparejados un aumento del consumo de recursos naturales, a todas luces insostenible, desde el punto de vista del ritmo natural de reposición de los mismos. Esto se traduce en distintas formas de presión y agresión ambiental, que de forma conjunta, amenazan la biodiversidad global y ponen en peligro el mantenimiento de los

ecosistemas tal y como los conocemos. Los distintos polinizadores que habitan en el medio no son ajenos a estas agresiones, y el estudio de cómo estos cambios les afectan ha suscitado preocupación ante una crisis global de pérdida de los mismos.

Las implicaciones de una pérdida de los mismos están directamente relacionadas con la producción alimentaria global (Klein y col., 2007). Knight y col. (2005) cifraron en un 60% el porcentaje de reducción del potencial reproductivo, en términos de producción de frutos y/o semillas, que algunas de estas especies cultivadas dependientes de los servicios de polinización sufren en situaciones de limitación de acceso a los mismos. Esta limitación por polinización tiene una traducción económica y ambiental preocupante.

No hay que olvidar el hecho de que en un medio ambiente natural habitan una gran variedad de polinizadores (insectos himenópteros, lepidópteros, dípteros, coleópteros, otros invertebrados no insectos, aves e incluso pequeños mamíferos), proporcionando un servicio de polinización silencioso, pero crucial. Además, se debe tener en cuenta el servicio que la polinización abiótica proporciona, que por volumen interviene de forma mayoritaria en la producción alimentaria mundial, si bien es la polinización biótica la que potencia de forma notable la variedad de la dieta y favorece el crecimiento de variedades que aportan a la dieta micronutrientes esenciales (Klein y col., 2007; Eilers y col., 2011; Vanbergen y col., 2013).

Principales amenazas sobre los polinizadores

La falta de información sigue siendo el principal factor limitante para la elaboración de estudios complejos. El excesivo peso de las colmenas domésticas de *A. mellifera* en las estadísticas, así como la falta de registros a largo plazo sobre la evolución de otras poblaciones de polinizadores, sesgan el análisis. No obstante, numerosos autores han centrado sus esfuerzos investigadores en elucidar las causas que puedan estar poniendo en peligro el mantenimiento de los polinizadores y sus ecosistemas. En este sentido, existe un adecuado consenso sobre los factores que provocan presión sobre los polinizadores a nivel global y que pueden ser agrupados en cuatro grandes categorías:

- i. Intensificación del uso de la tierra. La intensificación agrícola, el cambio del uso del suelo o la urbanización de espacios naturales son ejemplos de una modificación antropogénica del ambiente que lleva, en última instancia, a una pérdida de hábitat para polinizadores y otros habitantes del medio. Su dependencia del medio para obtener alimento y cobijo hace que cuanto más especializado el polinizador sea, mayor vulnerabilidad presente, pudiendo llegar a darse una rápida desaparición del mismo (Williams y Osborne, 2009; Garibaldi y col., 2011). Además de la pérdida de hábitat, la intensificación del uso de la tierra comporta otras consecuencias que pueden ser perjudiciales para la supervivencia de los polinizadores, como el uso de diversos plaguicidas o la presentación de dietas monótonas por la plantación de monocultivos.

Sin duda los plaguicidas han sido y son una de las causas más controvertidas de todas las relacionadas con el declive de los polinizadores. Cuando se han estudiado sus efectos sobre colmenas domésticas de *A. mellifera*, existe un gran debate sobre los efectos, crónicos y/o agudos, que distintas familias de insecticidas, acaricidas o herbicidas comerciales tienen sobre estas poblaciones a las concentraciones reales a las que tienen acceso en el campo. Aún con muchas dudas por resolver, es innegable que tanto polinizadores domésticos como silvestres encuentran estos agentes químicos en el medio, en concentraciones similares (o superiores) a las empleadas en estudios *in vitro* de toxicidad aguda, subaguda o crónica (Bernal y col., 2010; Johnson y col., 2010; Mullin y col., 2010; Bernal y col., 2011; Krupke y col., 2012; Goulson y Kleijn, 2013; Sánchez-Bayo y Goka, 2014; Dively y col., 2015; Johnson, 2015).

Por su parte, el impacto que las dietas monótonas tienen sobre la salud de los polinizadores es todavía desconocido. En principio, este aspecto afectaría en mayor medida a los polinizadores domésticos, que son desplazados por el hombre a los campos de monocultivo para permitir su polinización. En estos casos, las amenazas vendrían dadas por el propio acceso a una dieta monótona de una forma sostenida en el tiempo, tanto a nivel nutritivo como por la posible presencia de toxinas en la misma (como el glucósido de amigdalina presente en el néctar de los almendros); y por la temporalidad de las floraciones, dado que

durante un tiempo muy concreto existe en el medio una gran cantidad de alimento que se agota de forma brusca (Goulson y col., 2015).

- ii. Cambio climático. La modificación del clima a nivel global supone una amenaza para la distribución y la supervivencia de los polinizadores. A pesar de la gran adaptabilidad de algunas especies (como es el caso de *A. mellifera*), la mayoría de los ciclos vitales de estas especies son muy vulnerables, al ser dependientes del correcto aporte nutricional y del mantenimiento de las condiciones ambientales para el normal desarrollo de la descendencia. La fisiología de estos polinizadores puede verse afectada por la alteración del entorno vegetal y de los ciclos de temperatura y precipitación, forzando modificaciones en el comportamiento de los mismos o en su distribución para garantizar su supervivencia (Le Conte y Navajas, 2008).

Uno de los ejemplos más evidentes se observa por la alteración en la distribución de los pisos bioclimáticos, que se traduce en el desplazamiento de los hábitats naturales de plantas y polinizadores. Estos cambios, muy sutiles, afectan sobre todo a las poblaciones que habitan en los límites de estos pisos, dado que se encuentran en las zonas de cambio y por ello están sometidos a una mayor presión. Esta alteración puede provocar discordancias entre ciclos de vida hasta entonces sincronizados, poniendo en peligro la supervivencia tanto de la especie vegetal como de su polinizador (Williams y Osborne, 2009; Burkle y col., 2013). Es importante indicar que sigue existiendo margen suficiente para la investigación en este aspecto, dado que actualmente existen pocos datos que confirmen que este fenómeno se esté dando de forma generalizada (Willmer, 2012).

De modo similar, las interacciones entre las especies (sean estas de cooperación, mutualismo, comensalismo, parasitismo, depredación o competencia), pueden verse modificadas ante cualquier alteración del entorno que afecte al equilibrio ecológico preexistente (Le Conte y Navajas, 2008).

- iii. Especies invasoras. La introducción de especies en un medio, ya sean nuevas especies vegetales o poblaciones de polinizadores propios de otras zonas,

provoca una alteración del equilibrio del medio. De forma general, esta introducción provoca competencia por los recursos de la zona y esto genera estrés sobre las poblaciones autóctonas, quienes frecuentemente son desplazadas de su propio hábitat. La propia introducción de *A. mellifera* en un medio nuevo puede ser considerada como la introducción de una especie invasora, y tener efectos negativos sobre las comunidades locales de polinizadores (Forup y Memmott, 2005; Goulson y Sparrow, 2009).

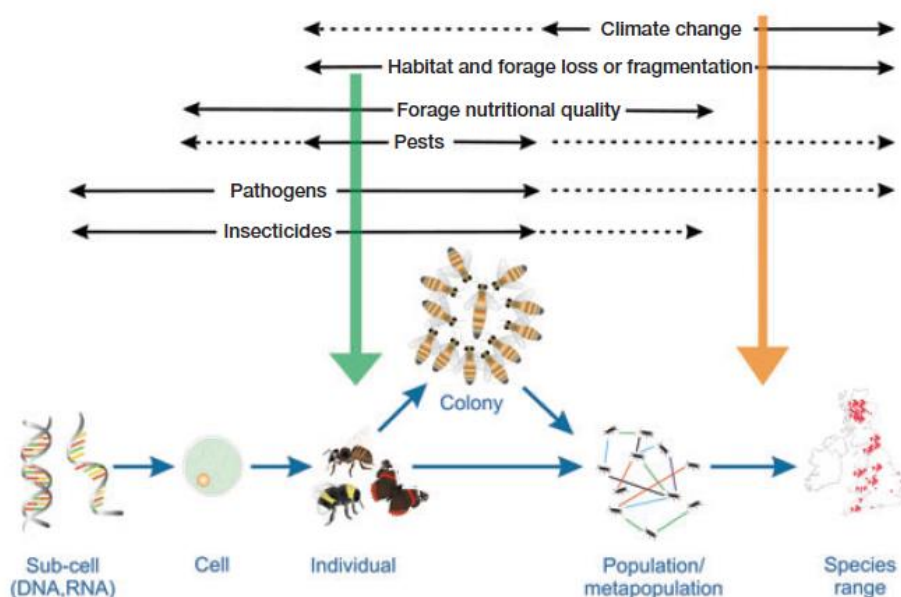
- iv. Patógenos y plagas. La pérdida de polinizadores por la acción de diversos patógenos y plagas ha sido la explicación dominante para el declive de colmenas de abejas melíferas domésticas recientemente acontecido en Europa y EEUU. El conocimiento sobre la acción de distintos artrópodos, bacterias, hongos y virus sobre *A. mellifera* es notable, mientras que su efecto sobre otras poblaciones de polinizadores es poco conocido (Goulson, 2003; Singh y col., 2010; Cameron y col., 2011; Meeus y col., 2011; Core y col., 2012).

Existen notables interacciones entre todos los factores anteriormente señalados, por lo que ninguno de ellos puede ser analizado de forma aislada. El cambio climático, la fragmentación de los hábitats, la nutrición, los plaguicidas y los patógenos forman parte de un conjunto con idéntico resultado: una alteración del normal desarrollo de distintos polinizadores a todos los niveles, sub-celular, celular, individual, social y poblacional.

El efecto de estas presiones es particularmente preocupante en toda la superficie que se sitúa entre los dos trópicos (y que comprende la mayoría del continente africano). En esta franja habita una gran parte de la biodiversidad global y la dependencia de la polinización biótica es mayor que en otras regiones (Ollerton y col., 2012). Aunque no existen datos suficientes que permitan saber lo que acontece con los polinizadores en estas zonas, no es menos cierto que en esta gran franja la exposición a estas presiones es mayor, y que en ella se concentra la mayoría de la población cuya subsistencia depende exclusivamente de la agricultura, lo que afianza su posición de vulnerabilidad.

La gran biodiversidad de polinizadores presente en África es la mejor garantía de sostenimiento de sus sistemas naturales y productivos. Garibaldi y col. (2016) realizaron

un análisis de la productividad de distintos ecosistemas, minifundistas y latifundistas, basado en el análisis del impacto de distintos factores sobre la cosecha. De todas las variables estudiadas, la “densidad de visitas por flor”, definida como el número total de visitas que cualquier polinizador que habitan en un medio realiza a una floración concreta, resultó ser el mejor predictor de cosecha: a mayor densidad de visitas por flor, mayor cosecha investigación (Garibaldi y col. 2016). Esto permite afirmar que la intensificación de las producciones por medio de la mejora de las poblaciones de polinizadores genera mejoras en la producción y en la biodiversidad del ecosistema.



Fotografía 6.6: impacto de las distintas presiones (texto en negro) sobre los polinizadores en los distintos niveles de organización biológica (texto en azul). Las flechas negras indican los niveles de acción directa (línea continua) o indirecta (línea discontinua) de cada causa de presión. Las flechas verticales indican los mejores puntos para el estudio de interacciones entre causas: para el estudio a nivel individual o social de las interacciones entre plaguicidas-patógenos-nutrición (flecha verde), o para el estudio a nivel poblacional o de especie de las interacciones entre el cambio climático-hábitat (flecha naranja). Fuente: Vanbergen y col. (2013).

Pérdidas de colmenas de abejas melíferas domésticas

Aunque ya desde finales del siglo XX, el foco de estudio se ha visto ampliado a otros polinizadores distintos de *A. mellifera*, desde principios del siglo XXI, existe una preocupación creciente entre investigadores y apicultores de Europa y América del Norte (principalmente) por las notables pérdidas de colmenas domésticas de *A. mellifera*

detectadas en estas regiones. El último trabajo publicado por el grupo de investigación COLOSS (*Prevention of honey bee colony losses*) de junio de 2016, sobre las pérdidas de colmenas acontecidas en 29 países, muestra una mortalidad media del 12% durante el invierno de 2015/16 ($IC_{95\%} = 11,8-12,2$) (Brodschneider y col., 2016). En ese mismo periodo, un estudio europeo desarrollado en 17 países y basado en inspecciones de campo, encontró un rango de mortalidad muy variable entre el 5 y el 31% (Chauzat y col., 2016), mientras que un año antes (invierno de 2014/15) en EEUU, Seitz y col. (2015) encontraron una mortalidad del 22%. Con anterioridad a estos trabajos, Neumann y Carreck (2010) realizaron una revisión de la literatura y encontraron que desde el ecuador hacia la mitad sur del globo (al menos en Sudamérica, África y Australia), no se estaban dando pérdidas de colmenas como las declaradas en la mitad norte: 30% en EEUU (vanEngelsdorp y col., 2009, 2010); 2-53% en Europa (Crailsheim y col., 2009); 10-85% en oriente próximo (Haddad y col., 2009; Soroker y col., 2009); 25% en Japón (Gutierrez, 2009).

Es decir, el fenómeno de muerte de colmenas domésticas de *A. mellifera* es un hecho mantenido en el tiempo, con porcentajes de desaparición variables tanto a nivel regional como anual, y aparentemente circunscrito a la mitad norte del planeta, donde la apicultura está más industrializada (o si se prefiere, más intensificada).

Como se ha señalado anteriormente, pérdidas señaladas de colmenas domésticas de *A. mellifera* se han producido en distintos momentos de la historia. El análisis de las cifras globales del número de colmenas desde 1961 muestra un aumento del censo de un 45%. Y mientras en África, Sudamérica o Asia este censo aumenta a un ritmo medio del 2% anual, el análisis individual de los datos para Europa y EEUU muestra unos descensos del 25 y 60% respectivamente desde 1980 (Potts y col., 2010). Algunos autores atribuyen estas pérdidas sistémicas a razones sociopolíticas o de comercio (Moritz y Erler, 2016), si bien la mayoría de trabajos apuntan a distintos patógenos, solos o en acción combinada, como los principales responsables de estos altos niveles de mortalidad; no se descarta tampoco la implicación, total o parcial, de los factores anteriormente mencionados como responsables de la crisis de los polinizadores.

Por ello, desde principios del siglo XXI, la salud de las colmenas de *A. mellifera* ha sido una parte central de la investigación científica en América del Norte y Europa (Genersch, 2010a), mientras que la salud de estas abejas en el continente africano ha sido, en gran medida, ignorada (Dietemann y col., 2009; Fazier y col., 2010; Strauss y col., 2013; Pirk y col., 2016). Algunos estudios, procedentes fundamentalmente de los países del este del continente africano, han detectado la presencia de distintos agentes nosógenos de *A. mellifera*, aunque a diferencia de lo que sucede en otras partes del mundo, sin que se observen de igual modo los efectos nocivos descritos en otras zonas del mundo (Dietemann y col., 2009; Rosenkranz y col., 2010). No obstante esto, los últimos informes sobre la disminución del número de colonias silvestres de *A. mellifera* en Sudáfrica, sugieren que esta región puede estar experimentando una pérdida de colonias similar a la que acontece en la zona septentrional del planeta (Goulson y col., 2015; Neumann y Carreck, 2010).

A pesar de la presencia de numerosos agentes nosógenos en África, la ausencia de observación de efectos deletéreos en las poblaciones de *A. mellifera* ha llevado a considerar que las razas africanas son más resistentes o están mejor adaptadas (Moretto y col., 1991; DeJong y Soares, 1997; Vieira y col., 2000; Moretto y De Mello, 2001). El continente africano cuenta con una gran biodiversidad de sub-especies y con una importante población de abejas silvestres (Moritz y col., 2005), un importante hecho diferencial con otras regiones del mundo, lo que puede permitir conocer los factores que determinan que en las poblaciones africanas no se observen los mismos efectos que distintos patógenos provocan en otras partes del mundo. Para ello, estudiar la distribución de los distintos agentes nosógenos y la situación sanitaria real de las colonias de *A. mellifera* en estas zonas es prioritario.

6.1.4 DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS Y PLAGAS EN EL CONTINENTE AFRICANO

En el sentido biológico más amplio y general, el término patógeno se utiliza para hacer referencia a todo organismo que puede originar enfermedad en otro. Se consideran patógenos de *A. mellifera*, aquellos agentes parasitarios (en su mayoría artrópodos) e

infecciosos (bacterias, hongos y virus) cuya acción provoca un cambio, estructural o funcional, en el normal estado de salud y bienestar de la colonia de abejas. De forma general, estos cambios se producen a nivel de la abeja individual, y no son detectables hasta que las alteraciones se traducen en un descenso de la capacidad productiva máxima del conjunto. Esto es así, porque además de la inmunidad individual de las abejas, existen todo un conjunto de barreras de defensa social (inmunidad social) que ayudan a la lucha frente a las agresiones, amortiguando hasta cierto límite los daños producidos a nivel individual.

El término plaga, también en sentido amplio, se refiere a cualquier organismo vivo que, por su gran cantidad y/o su rápida aparición en el tiempo, resulta perjudicial o dañino para otros seres vivos o sus intereses. En este sentido, organismos de distintos taxones suponen una amenaza directa para el desarrollo de las colonias de *A. mellifera*, bien por su interés en los productos de la colmena (miel, cera y polen principalmente) o bien porque encuentran en las propias abejas una fuente de alimentación. Se consideran plagas de las colmenas a distintas especies de coleópteros, dípteros, lepidópteros, himenópteros, aves y mamíferos.

La producción científica en África es mucho menor comparada con la de otras regiones del mundo. Recientemente, Pirk y col. (2016) han publicado una revisión sobre la distribución de patógenos y plagas en el continente africano, continuando el trabajo emprendido por Muli y col. (2014) y por Mumoki y col. (2014) para caracterizar la situación sanitaria del continente. Anteriormente a estos trabajos, Dietemann y col. (2009) realizaron un interesante análisis de la situación sanitaria en el continente, para concluir que la mayoría de los patógenos para *A. mellifera* descritos, están presentes en África, si bien no se observan los efectos lesivos de su acción con la misma intensidad con la que se observan en otras partes del mundo. Los resultados de los trabajos sucesivos apuntan en la misma dirección, apoyando las hipótesis de adaptación conjunta y de mayor resistencia de las sub-especies africanas a la acción de los distintos patógenos. Aún y así, las poblaciones de *A. mellifera* africanas tienen que lidiar con los mismos factores que amenazan las poblaciones de polinizadores en otras partes del mundo, por lo que la monitorización de su situación es a la vez una necesidad y una oportunidad para la mejora del conocimiento.

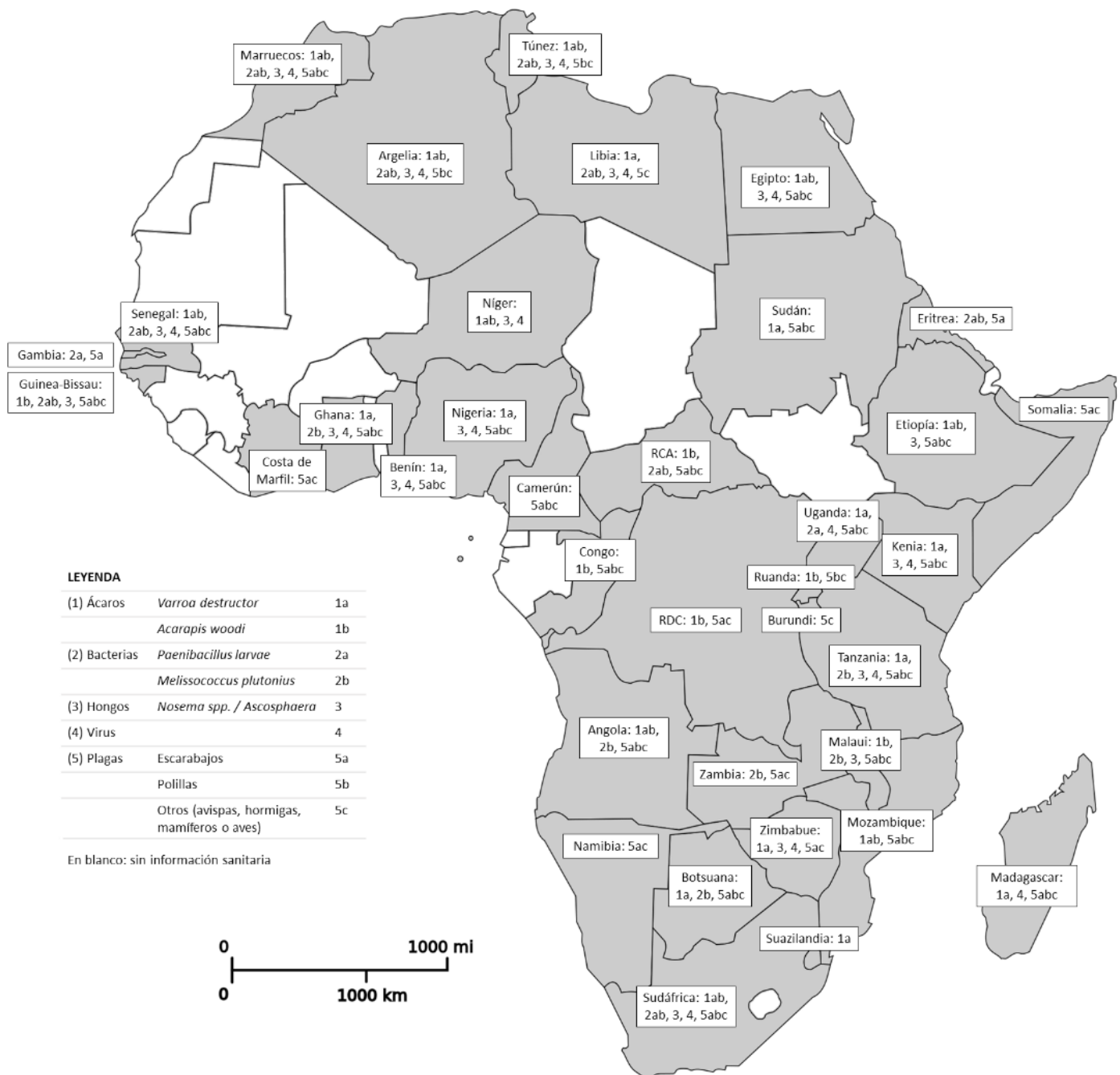


Figura 6.1 Mapa de África en el que se señalan los principales patógenos y plagas de las abejas melíferas de los que existe evidencia científica de su presencia en los distintos países del continente. Fuentes: mapa de elaboración propia a partir de los trabajos de Dietemann y col. (2009), Rasolofoarivao y col. (2013), Muli y col. (2014), Mumoki y col. (2014), Chemurot y col. (2016), Pirk y col. (2016).

Del análisis de estos trabajos, llama la atención que la mayoría de los países sobre los que no existe información de la situación sanitaria de su cabaña apícola, se sitúan en el oeste del continente (Sahara Occidental, Mauritania, Malí, Burkina Faso, Guinea, Sierra Leona, Liberia y Togo) y en menor medida en la zona centro (Chad, Sudán del Sur, Guinea Ecuatorial y Gabón) (figura 6.1). En los países de África Occidental se han realizado muy pocos estudios sanitarios, lo que genera una brecha importante para la comprensión de la prevalencia, incidencia, diversidad y distribución geográfica de las enfermedades de las abejas melíferas en el continente (Muli y col., 2014; Mumoki y col., 2014). Esta brecha es, a su vez, una oportunidad.

En base a la literatura disponible, se puede elaborar un mapa de la distribución de los distintos patógenos y plagas que afectan a *A. mellifera* en los distintos países del continente. Es importante señalar, que la declaración de la presencia de un agente en un país no implica la existencia de su enfermedad, de igual modo que la ausencia de su declaración no indica la inexistencia del agente (figura 6.1).

Distribución de agentes patógenos artrópodos parasitarios de A. mellifera

Varroa destructor

El ectoparásito *Varroa destructor* ha supuesto la mayor amenaza sanitaria a nivel mundial para *A. mellifera* durante el siglo XX. Este ácaro fue descubierto por Edward Jacobson en la isla de Java a principios de siglo, y recibió el nombre de *V. jacobsoni* Oudemans, 1904 hasta que el trabajo molecular de Anderson y Trueman (2000) determinó que el género *Varroa* está compuesto por cuatro especies: dos de ellas, *V. jacobsoni* y *V. underwoodi* Delfinado-Baker y Aggarwal, 1987, parásitas de *A. cerana*; *V. rindereri* De Guzman y Delfinado-Baker, 1996 parásita de *A. koschevnikovi*; y *V. destructor* que es parásita tanto de *A. cerana* como de *A. mellifera* (Anderson y Trueman, 2000).

El ácaro responsable de la varroosis a nivel mundial, *V. destructor*, resulta relativamente inocuo sobre su hospedador natural, *Apis cerana*, con quien mantiene una equilibrada relación parasitaria tras los muchos años de evolución conjunta de ambas

especies (Rosenkranz y col., 2010). Su acción sobre *A. mellifera*, por el contrario, puede llevar a la muerte de la colmena si no se aplican adecuadas medidas de control (Rosenkranz y col., 2010).

No se conoce con exactitud el momento en que *V. destructor* realizó el salto de hospedador hacia *A. mellifera*, hecho que se sitúa entre los años 1940 y 1960 (Grobov, 1976; Colin, 1982 revisado por Vidal-Naquet, 2015). En 1930, colmenas domésticas de esta especie procedentes de Europa, se introdujeron en Asia para explotar sus mejores características productivas (Donzé y Guerin, 1994) y la primera notificación del hallazgo de *V. destructor* en cría de *A. mellifera* se sitúa en Korea en 1950 (Topolska, 2001). Desde ese momento, la expansión del ácaro ha sido imparable, ocupando la práctica totalidad del mundo. El único territorio libre de este ácaro hasta principios de 2016 era Australia, donde recientemente se ha notificado la presencia del ácaro en el estado de Queensland (WAHID, 2016). Hasta que no se conozcan los resultados del plan de contención y erradicación que el gobierno Australiano ha puesto en marcha, resulta precipitado avanzar si el ácaro finalmente se expandirá por el resto del territorio, aunque los precedentes no resultan esperanzadores.

La primera detección de *V. destructor* en el continente africano se produjo en Túnez en el año 1975. Posteriormente fue detectado en Libia (1976), Argelia (1982) Marruecos y Egipto (1989), Níger (1991) y Sudáfrica en 1997 (Bradbear, 1988; Ritter y col., 1990; Allsopp y col., 1997). Además de estos, otros países del continente han declarado su presencia (Hussein, 2001a, b; Ellis y Munn, 2005; Mumoki y col., 2014), mientras que de otros muchos sigue sin existir notificación sobre la presencia o ausencia del ácaro, todo y a pesar de ser una enfermedad de declaración obligatoria para la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, antigua Oficina Internacional de Epizootias) (OIE, 2017) (figura 6.2).

Los graves efectos que *V. destructor* provoca sobre *A. mellifera* en muchas partes del mundo, han motivado un gran esfuerzo investigador que ha permitido conocer ampliamente su morfología, biología y patología (ver Rosenkranz y col., 2010). Su patogenicidad está en íntima relación con el número de ácaros, de forma que bajas parasitaciones pueden cursar como asintomáticas, mientras que un número elevado de

ácaros puede tener repercusiones patológicas extremadamente graves y que pueden llevar a la muerte de la colonia (Bailey y Ball, 1991).

El ciclo de vida de este parásito consta de una fase forética, y una reproductiva (Donze, 1994, 1995; Martin, 1994, 1995; Donze y col., 1996; Beetsma y col., 1999): en la primera, la hembra madura (fecundada) de *Varroa* se encuentra sobre las abejas adultas, alimentándose y a la espera de poder introducirse en una celdilla de cría de abeja antes de su operculado (sellado de la celdilla con un tapón de cera); en la segunda, esta hembra se encuentra encerrada y sellada dentro de esta celdillas de cría, donde realizará la fase reproductiva de su ciclo biológico mientras se alimenta de la larva de abeja que, dentro de la misma celdilla, está lista para iniciar su metamorfosis. Finalizada la fase reproductiva, las nuevas hembras maduras de *Varroa* salen al exterior sobre las abejas recién nacidas. El tiempo de operculado determina su número: en el caso de que la parasitación se produzca en celdillas de abejas obreras de sub-especies europeas de *A. mellifera*, este tiempo permite la completa maduración de tres nuevos ácaros; si la parasitación se produce en celdillas de zánganos, el mayor tiempo de operculado hasta el nacimiento de esta casta permite la completa maduración de hasta cinco nuevos ácaros (Donze y Guerin, 1994).

El daño que la parasitación por *V. destructor* produce se debe, por una parte, a la alteración física y nutricional que la alimentación de los ácaros produce tanto en las larvas de abeja en crecimiento como en abejas adultas y, por otra, a su papel vectorial de otras enfermedades (transmiten hasta cinco tipos de virus distintos). Estos efectos tienen un primer impacto a nivel individual (la abeja), y a medida que la infestación de individuos va siendo mayor, estos daños se traducen al colectivo (la colonia) provocando alteraciones en el normal funcionamiento del súper-organismo. Los principales efectos descritos son (ver Vidal-Naquet, 2015):

- i. Efecto expoliador, debido a que el ácaro se alimenta de la hemolinfa de su hospedador, produciendo un notable descenso del contenido proteico de la misma (Bowen-Walker y Gunn, 2001; Boecking y Genersch, 2008).

- ii. Reducción del peso de las abejas al nacimiento, que puede llegar a ser un 7-18% menor en función del número de ácaros que se encuentren dentro de la celdilla (De Jong y col., 1982; Kotwal y Abrol, 2009).
- iii. Reducción de la esperanza de vida media tanto de obreras y zánganos (Kovac y Crailsheim, 1988).
- iv. Anormalidades morfológicas y/o anatómicas, visibles en abdomen y alas principalmente, y muy relacionadas con los efectos provocados por la transmisión del virus de las alas deformadas (DWV, deformed wing virus).
- v. Anormalidades en el comportamiento de vuelo y orientación (Kralj y col., 2007) y alteraciones en la estructura de la colonia y en la normal división de labores (Sakofski y col., 1990; Amdam y col., 2004).
- vi. Reducción del potencial reproductivo de los zánganos (Del Cacho y col., 1996; Duay y col., 2002).
- vii. Inmunosupresión y alteraciones en la expresión génica (Amdam y col., 2004; Yang y Cox-Foster, 2005; Navajas y col., 2008).

El comportamiento poblacional de *Varroa* en una nueva colonia es dependiente de muchos factores: el nivel de infestación inicial, la cantidad de cría en desarrollo y su tendencia futura (creciente o decreciente), el entorno (las condiciones del medio ambiente), la posibilidad de que se den nuevas infestaciones y algunos otros factores propios de la reproducción del ácaro. Si las condiciones de reproducción son óptimas para *Varroa*, la reproducción del ácaro en el tiempo es exponencial y se asume que una vez alcanzado un umbral de infestación (variable según regiones), la muerte de la colonia es inevitable.

Sin embargo, en las poblaciones de *A. mellifera* que habitan en África y en las poblaciones de abejas africanizadas de Sudamérica, se observa una importante diferencia, ya mencionada, con respecto a lo que sucede en otras partes del mundo. Donde quiera que se han estudiado los efectos de este agente, no se observan los graves efectos que se describen en otras regiones, una vez transcurrido un tiempo prudencial desde el primer contacto con el ácaro que sí suele provocar consecuencias graves (Allsopp, 2006). Solo en tres países del norte de África (Marruecos, Argelia y Túnez) y en Sudáfrica se han observado importantes pérdidas de colmenas domésticas transcurridos varios años desde

la entrada del ácaro (Allsopp, 2004; Dietemann y col., 2009) algo parecido a lo que sucede en Europa y EEUU.

Los primeros trabajos sobre las repercusiones de la parasitación por *V. destructor* (identificada como *V. jacobsoni*) realizados en poblaciones de abejas africanizadas, y en menor medida en sub-especies africanas de *A. mellifera*, ya dieron cuenta del menor efecto en estas poblaciones de la acción del parásito (De Jong, 1984; Moretto y col., 1991; De Jong y Soares, 1997). Los porcentajes medios de parasitación encontrados resultaban menores a los encontrados en poblaciones europeas de *A. mellifera*, y con tendencia a mantenerse bajos con el paso del tiempo, a pesar de la ausencia de aplicación de tratamientos u otras medidas de control (Moretto y De Mello, 1999, 2001). Este hallazgo motivó la hipótesis de la resistencia o mayor tolerancia de las sub-especies africanas y de las abejas africanizadas a la parasitación por *V. destructor*. El fundamento de esta hipótesis se asienta sobre las diferencias observadas entre la expresión de algunos caracteres concretos en sub-especies africanas o en abejas africanizadas, frente a lo que se observa en poblaciones europeas de *A. mellifera*. Calderón y col. (2010) realizaron una extensa revisión de los caracteres más comúnmente señalados como responsables de esta resistencia:

- i. El comportamiento de acicalamiento o *grooming*, que las abejas expresan ante la irritación que provocan los ácaros en fase forética y que se expresa con mayor intensidad en estas poblaciones (Moretto, 1997; Moretto y De Mello, 1999; Vandame y col., 2002).
- ii. El comportamiento higiénico, que se expresa de forma más eficiente en las poblaciones africanizadas y define la habilidad de las abejas obreras de detectar celdillas operculadas parasitadas (o en las que exista con cualquier otra patología que comprometa el desarrollo de la cría), para a continuación abrir el opérculo y retirar a la larva/ninfa en desarrollo (Spivak y Gilliam, 1998; Vandame y col., 2002).
- iii. La duración del tiempo de operculado, que influye sobre la cantidad de progenie madura que se obtiene al final de este periodo. Este tiempo es de 12 días de media en las sub-especies europeas de *A. mellifera* y ligeramente inferior en las africanas, de 11 días (Rosenkranz, 1999). Una reducción de una hora en el tiempo

de operculado, puede suponer una reducción del nivel de infestación de la colmena de hasta un 9% (Büchler y Drescher, 1990).

- iv. El diámetro de la celdilla de cría, inferior para los sub-linajes africanos y las abejas africanizadas, que algunos estudios relacionan con una mayor mortalidad de los ácaros (Medina y Martin, 1999).
- v. La fertilidad de las hembras madres, que en estudios comparativos entre poblaciones de *A. mellifera* africanizadas y no africanizadas, se observa reducida en las primeras (Medina y Martin, 1999; Martin y Medina, 2004; Calderón y col., 2007, 2012). En estos mismos estudios, se observa que estas diferencias tienden a ser cada vez menores, lo que indicaría una menor relevancia de la expresión de este carácter (Martin y Kryger, 2002).
- vi. La viabilidad de la progenie, que implica la obtención de, por lo menos, un ácaro macho y un ácaro hembra viables, que puedan copular y dar lugar a una hembra madura fecundada. En las sub-especies africanas y en poblaciones africanizadas se observa una menor viabilidad de la progenie que se desarrolla en celdas de cría de obrera, relacionada con una mayor mortalidad de los ácaros en estas celdas (Martin y Medina, 2004; Calderón y col., 2007, 2012).

De forma complementaria a la mayor o menor expresión de estos caracteres, las poblaciones africanas de *A. mellifera* conservan un marcado comportamiento de defensa sanitaria social conocido como enjambrazón no reproductiva o *absconding*. Consiste en el abandono de la colmena por parte de la totalidad de la colonia de abejas, en busca de un nuevo emplazamiento donde anidar. Este comportamiento está asociado a situaciones de incomodidad de la colonia, ya sea por razones físicas (por ejemplo, un empeoramiento de las condiciones de habitabilidad o un manejo agresivo y descuidado por parte del apicultor) o por razones sanitarias (Loftus y col., 2016). Sin embargo la causalidad sanitaria de esta enjambrazón no reproductiva sigue todavía sin conocerse adecuadamente (Wilde y col., 2005; Uzunov y col., 2014).

Recientemente, desde distintos países del este africano, se ha dado la voz de alarma, al observar que la población de colonias silvestres de *A. mellifera* es cada vez menor y que la colonización natural de las colmenas sucede cada vez con mayor dificultad (Muli y col., 2014). Este fenómeno se ha producido en otras partes del mundo tras la

entrada de *V. destructor* (Szabo, 2008; Villa y col., 2008), lo que invita a esclarecer si estas pérdidas corresponden a un periodo adaptativo del binomio parásito-hospedador, o si por el contrario son la expresión de una infestación sanitaria sostenida en el tiempo, como sucede en Europa o EEUU.

Uno de los países africanos en los que se ha realizado un mayor esfuerzo investigador en esta línea es Sudáfrica. El análisis de los niveles de infestación en las dos sub-especies endémicas de *A. mellifera* en este país (*A. m. scutellata* y *A. m. capensis*), revela que estos niveles se encuentran por encima de los límites que, en poblaciones europeas de *A. mellifera*, causan efectos deletéreos sobre las abejas (Delaplane y Hood, 1997). En estas poblaciones, la parasitación por *Varroa* no ofrece signos que indiquen daño sanitario grave (Strauss y col., 2014a; Mortensen y col., 2016), ni tampoco se observan en las colonias silvestres de *A. mellifera* tras el análisis de los niveles de parasitación en estas poblaciones (Chemurot y col., 2016; Mortensen y col., 2016).

Por el momento, ni la mayor expresión de caracteres de resistencia individual, ni la mayor expresión de comportamientos de defensa social de las sub-especies africanas de *A. mellifera* frente a la acción del ácaro, han impedido su dispersión por el continente. A principios de 2009, un muestreo en distintos países de la zona este de África, detectó la presencia de *V. destructor* en colmenas domésticas de Kenia, Tanzania, Zanzíbar y Uganda (Fazier y col., 2010), en el que también se tuvo acceso a una muestra limitada de abejas procedente de Ghana que resultó positiva a la presencia del parásito. El estudio molecular de un número limitado de los ácaros recogidos en el muestreo evidenció una total coincidencia con el haplotipo coreano de *Varroa destructor* descrito por Anderson y Trueman (2000) (Genbank AF106899).

Resulta complicado relacionar epidemiológicamente cada uno de estos nuevos hallazgos del ácaro con una ruta concreta de expansión. No obstante, el ejemplo de la entrada de *V. destructor* en la isla de Madagascar en 2010 deja clara la gran influencia del ser humano en la diseminación del mismo. No es casualidad que los dos primeros focos se localizasen en los alrededores del puerto y aeropuerto de la isla, de igual modo que tampoco es azaroso que parte de la expansión siguiese las mismas rutas por las que los apicultores realizan movimientos de sus propias colmenas (Rasolofoarivao y col., 2013).

Es por ello que la colaboración de los apicultores en el control sanitario de esta parasitosis resulta fundamental.

Así pues, aunque existen evidencias suficientes que apoyan la hipótesis de la mayor resistencia de las sub-especies africanas de *A. mellifera* a la acción del ácaro, la imparable dispersión del ácaro por el continente supone una llamada de atención a investigadores y apicultores, para que realicen un mayor esfuerzo en la monitorización de la cambiante situación de la dispersión de *V. destructor* en África. Esta situación de equilibrio sanitario depende de numerosos factores, y en cualquier momento podría verse alterada por la modificación de alguno de ellos.

Figura 6.2
Distribución de *Varroa destructor* en África

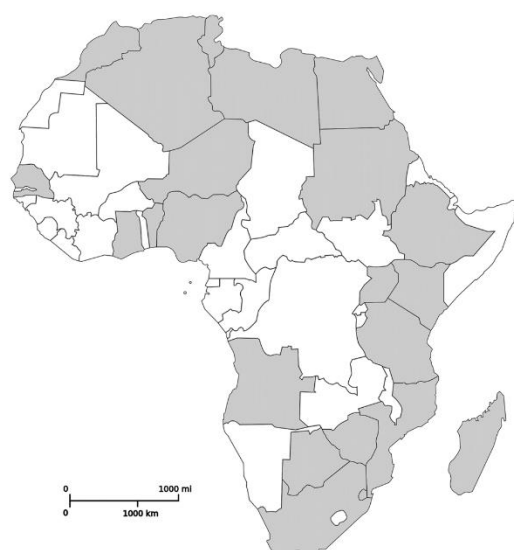
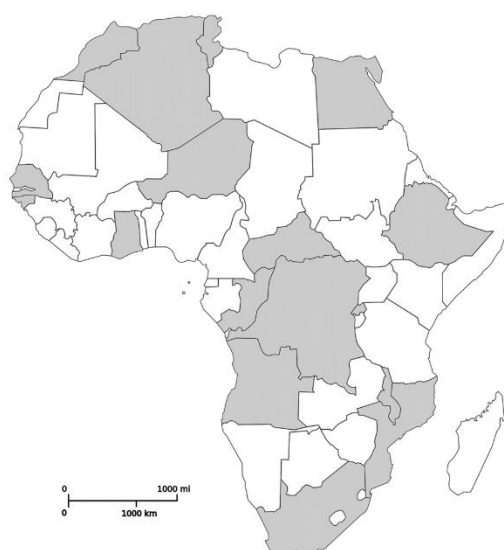


Figura 6.3
Distribución de *Acarapis woodi* en África



Figuras 6.2 y 6.3 De izquierda a derecha: (6.2) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Varroa destructor*; (6.3) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Acarapis woodi*. En blanco se indican los países de los que no se tiene información.

Acarapis woodi

Existe notificación de la presencia de *Acarapis woodi* en numerosos países del continente africano (Bradbear, 1988; Matheson, 1993; Hussein, 2001a, b; Swart, 2001) (figura 6.3). Sin embargo, a diferencia de lo que se ha descrito para poblaciones europeas

de abejas, la presencia de este agente en las sub-especies africanas de *A. mellifera* no ha sido relacionada con los signos clínicos de su acción patógena.

Este ácaro es un endoparásito obligado de las abejas (tanto de *Apis mellifera* como de otras especies del género *Apis*) (OIE, 2016) listado entre las enfermedades de declaración obligatoria de la OIE (OIE, 2017). Su acción patógena tiene origen mecánico y fisiológico, dado que se localiza, reproduce y alimenta (de hemolinfa) en las tráqueas de las abejas. Las repercusiones de esta acción se observan tanto a nivel individual como colectivo, observándose un descenso en la producción, una mayor mortalidad de la cabaña apícola y una reducción de la vida media de las abejas (Otis y Scott-Dupree, 1992; Sammataro y col, 2013; OIE, 2016). Los daños individuales se deben principalmente a la obstrucción mecánica (parcial o completa) de las tráqueas por la presencia de los parásitos, la reducción de la oxigenación de los tejidos (particularmente de los músculos alares) y la pérdida de nutrientes por la ingestión de hemolinfa por parte de los ácaros. Además, algunos trabajos sugieren que este agente podría actuar como vector de algunos virus (Otis y Scott-Dupree, 1992).

A pesar de su dispersión por el continente, no existen evidencias que relacionen la presencia del ácaro en África con los daños descritos anteriormente. La climatología predominante en el continente, que promueve la ausencia de parada invernal de la cría (la presencia de cría es continua a lo largo del año), resulta favorable al ciclo biológico de *A. woodi*, por lo que es necesario un mayor esfuerzo que permita esclarecer si este agente supone un riesgo real para las sub-especies africanas de *A. mellifera*.

Otros artrópodos parasitarios: Tropilaelaps spp. y Braula coeca

Tropilaelaps spp. (Delfinado y Baker, 1961) son ácaros parásitos de los estadios inmaduros de las abejas (larvas y ninfas). Hasta la fecha se han descrito cuatro especies dentro de este género: *T. clareae*, *T. koenigerum*, *T. mercedesae*, y *T. thaii* (Anderson y Morgan, 2007; OIE, 2016). Todas son parásitas de *A. dorsata* y *A. laboriosa*, abejas de distribución asiática, mientras que únicamente *T. clareae* y *T. koenigerum* son ácaros parásitos que afectan a poblaciones de *A. mellifera* (revisado por Vidal-Naquet, 2015).

Tanto su ciclo biológico como su acción patógena mantienen cierta similitud con *Varroa*, pero se observan dos notables diferencias en *T. clareae* y *T. koenigerum*: (i) tienen un potencial biológico mayor que *Varroa*, por lo que su población crece a un ritmo mucho mayor; (ii) no son capaces de alimentarse en fase forética, por lo que su tiempo de vida medio fuera de las celdillas de cría es necesariamente breve, no estando adaptados a soportar periodos de ausencia de cría. Ninguna de estas especies ha sido descrita en poblaciones europeas de *A. mellifera* (OIE, 2016), lo que convierte a estos ácaros en una amenaza potencial, por su patogenicidad y por lo que supone *per se* la introducción de un nuevo patógeno en un nuevo territorio (Brown y col., 2002). En África existe una única notificación del hallazgo de *T. clareae* en Kenia, sin confirmación, por lo que existen dudas razonables de su correcta identificación (Kumar y col., 1993).

Braula coeca (Nitzsch, 1818), conocido comúnmente como el piojo de las abejas, es un pequeño insecto áptero que se ha adaptado a la vida parásita de *A. mellifera*. Su ciclo biológico transcurre en el interior de la colmena, donde los adultos se alimentan de la jalea real que las abejas obreras (nodrizas) segregan para dar de comer tanto a la reina como a las larvas de obreras en sus primeros días de vida. Los adultos de *B. coeca* viven sobre abejas de las tres castas existentes en la colonia, pero muestran una preferencia clara a situarse sobre la abeja reina (Somerville, 2007), a quien roban esta jalea real durante su alimentación, incomodando su actividad normal. Dado que su presencia no supone una amenaza para el normal desarrollo de la colonia de abejas, algunos autores prefieren no referirse a *Braula* como un patógeno propiamente dicho, sino como un comensal (Universidad de Florida, 2010) o como un agente causante de una plaga (Pirk y col., 2016). Solo en casos en los que se ha observado una elevada infestación, ésta se ha podido relacionar con una anormal puesta de la reina (Zaitoun y Al-Ghzawi, 2008). El uso generalizado de acaricidas frente a *Varroa* ha reducido su distribución a aquellas áreas en las que no se utiliza este tipo de tratamientos. Es por ello que se asume que África puede ser la región en la que más extendido esté este agente. Únicamente existe constancia de su presencia en Benín (Paraíso y col., 2012) y Sudáfrica (Strauss y col., 2013, 2014b), si bien se asume que su presencia pasa fácilmente desapercibida (Pirk y col., 2016).

Distribución de agentes patógenos infecciosos de *A. mellifera*

Bacterias: Paenibacillus larvae y Melissococcus plutonius

Estos agentes bacterianos son los responsables de dos enfermedades que reciben un nombre común: loque (o *foulbrood* en inglés). *Paenibacillus larvae* (White, 1906) es responsable de la loque americana (*American foulbrood*), mientras que *Melissococcus plutonius* (Bailey y Collins, 1982) causa la loque europea (*European foulbrood*). Pueden infectar a distintas especies del género *Apis*, estando incluidas en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la OIE (OIE, 2017).

Paenibacillus larvae es una bacteria Gram positiva esporulada (Heyndrickx y col., 1996; Genersch y col., 2006) de la que se han descrito cuatro genotipos: ERIC I y ERIC II (que se corresponden con los individuos anteriormente identificados como *P. larvae larvae* y son los más prevalentes), y ERIC III y IV (que se corresponden con los individuos anteriormente identificados como *P. larvae pulvifaciens* y no han sido descritos en colmenas de *A. mellifera*) (Genersch y col., 2006, 2010b). Los cuatro genotipos son patógenos y suponen una seria amenaza para la apicultura mundial, tanto por su alto carácter infeccioso como por su patogenicidad, que puede llegar a causar la muerte de la colonia infectada si no se frena el avance de la enfermedad.

La epidemiología de la loque americana y su amplia distribución por todo el mundo pueden ser fácilmente entendibles por el proceso de esporulación. *P. larvae* genera una forma de resistencia, el espora, muy efectivo para soportar la acción de distintos agentes químicos y las variaciones extremas en las condiciones del medio (Genersch, 2010b). Contar con esta forma de resistencia, ha permitido que el agente sea cosmopolita y que se transmita fácilmente a través de fómites (principalmente material apícola, cera, miel y polen) y vectores mecánicos (las propias abejas adultas).

La loque americana puede afectar a las tres castas de abejas (Hansen y Brødsgaard, 1999; Ebeling y col., 2016) y los signos clínicos de la enfermedad resultan patognomónicos (Genersch, 2008; De Graaf y col., 2006, 2013). Como consecuencia de la muerte de la larva o la ninfa que se desarrollan en la celdilla operculada, se aprecia un hundimiento de los opérculos y el desprendimiento de un olor muy característico por su descomposición: en

el interior de la celdilla, esta cría en desarrollo se descompone y termina por convertirse en una sustancia glutinosa, de color marrón oscuro, que produce un característico olor. El comportamiento higiénico de la colonia facilita que el área de cría tenga una apariencia salteada (por el proceso de retirada de las larvas afectadas y la posterior cría de una nueva larva). A medida que avanza la enfermedad, se produce una debilidad progresiva de la colonia que evidencia, más si cabe, los signos anteriormente mencionados (De Graaf y col., 2013).

Melissococcus plutonius es una bacteria Gram positiva no esporulada (Bailey y Collins, 1982), que afecta a larvas de *A. mellifera* antes de su operculado. Se encuentra distribuida por casi todo el mundo excepto, Nueva Zelanda (Forsgren, 2010) y suele presentarse en forma de brotes endémicos estacionales con un pronóstico muy variable, desde la completa recuperación de la colmena sin intervención alguna, hasta la muerte de las colmenas afectadas (Budge y col., 2010; Forsgren y col., 2013). Esta muerte puede verse acelerada por la acción conjunta de otros agentes patógenos o por la presencia de bacterias secundarias, las más frecuentes de las cuales son *Achromobacter euridice*, *Enterococcus faecalis*, *Brevibacillus laterosporus* y *Paenibacillus alvei* (Forsgren, 2010).

Al no ser formadora de esporos (como forma de resistencia), comparada con *P. larvae* su supervivencia en el medio es menor. No obstante, estas bacterias también pueden ser transmitidas de forma mecánica a través de productos, materiales y prácticas apícolas, y a través de las propias abejas (Belloy y col., 2007).

La loque europea también presenta unos signos de enfermedad característicos, no patognomónicos, que requieren de un diagnóstico diferencial con otras patologías. Dado que afecta a larvas antes de su operculado, el área de cría tiene aspecto salteado o en mosaico, y pueden observarse las larvas muertas en el interior de las celdillas sin opercular. Éstas degeneran hasta formar escamas oscuras, de menor consistencia que las formadas por la acción de *P. larvae* (Forsgren y col., 2013). A nivel de la colonia, distintos factores influyen en el desarrollo de la enfermedad, principalmente el vigor de la misma (cantidad de abejas y de cría), situaciones de estrés mantenido en el tiempo, deficiencias proteicas, condiciones climáticas adversas, alteración del equilibrio entre castas o la acción de otros patógenos.

Tanto *P. larvae* como *M. plutonius* han sido identificados en numerosos países de África (figura 6.4 y 6.5) (Matheson, 1993; Hussein, 2001a, b; Fries y Raina, 2003; Ellis y Munn, 2005; Strauss y col., 2013; Muli y col., 2014; Chemurot y col., 2016; Pirk y col., 2016). Sin embargo, no todos los casos declarados se corresponden con el diagnóstico de la enfermedad, sino que frecuentemente se trata de notificaciones del aislamiento del agente a partir de una muestra. Es más, existen algunas incongruencias entre los datos que pueden encontrarse en las bases de información científica y la información que ofrece el portal de la OIE para la sanidad animal (WAHIS), debido al distinto rigor con el que los países entregan sus estadísticas sanitarias a la OIE.

Figura 6.4
Distribución de *Paenibacillus larvae* en África

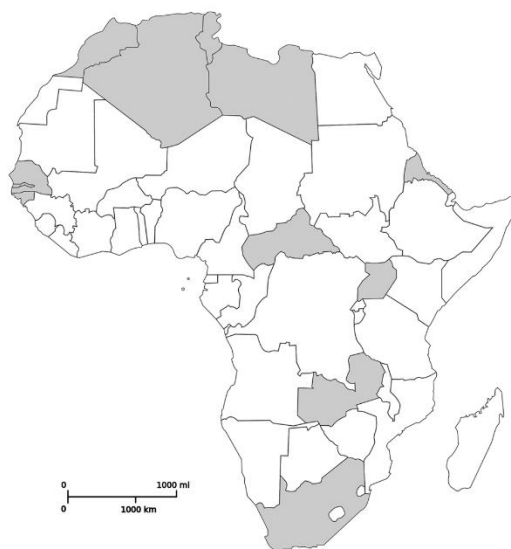
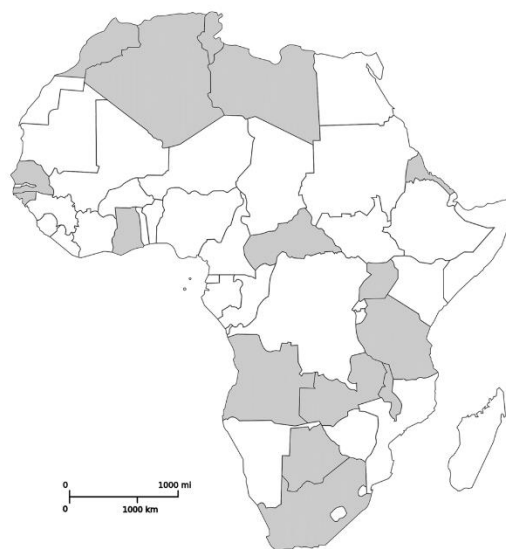


Figura 6.5
Distribución de *Melissococcus plutonius* en África



Figuras 6.4 y 6.5 De izquierda a derecha: (6.4) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Paenibacillus larvae*; (6.5) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Melissococcus plutonius*. En blanco se indican los países de los que no se tiene información.

Las primeras notificaciones de la presencia de ambos agentes circunscribían su distribución a los países situados en la franja norte y sur del país, mientras que las recientes publicaciones también sitúan estos agentes en la zona centro del continente (Chemurot y col., 2016). Esta dispersión es una señal de alarma ante la posibilidad de que se repliquen episodios epidémicos como el brote de loque americana que sufre Sudáfrica

desde 2011 (Human y col., 2011). Hasta el momento no existe evidencia de la existencia de episodios parecidos provocados por *M. plutonius* (Pirk y col., 2014).

Microsporidios: Nosema spp.

Los microsporidios del género *Nosema* son parásitos intracelulares obligados de las células del ventrículo de las abejas. Son hongos unicelulares muy especializados, de los que se han descrito dos especies parasitando a *A. mellifera*: *Nosema apis* (Zander, 1909) y *Nosema ceranae* (Fries y col., 1996). Los hospedadores naturales de *N. apis* y *N. ceranae* son, respectivamente, *A. mellifera* y *A. cerana*, si bien ambas especies han sido aisladas en los dos hospedadores (Paxton y col., 2007). Son responsables de dos enfermedades diferentes: el agente *N. apis* es causante de la nosemosis tipo A, mientras que *N. ceranae* provoca la nosemosis tipo C. Ninguna de las dos está incluida en la lista de enfermedades de declaración obligatoria (OIE, 2017).

Hasta la primera década del siglo XXI, solo estaba descrita la enfermedad originada por *N. apis*. Considerada como una patología de presentación estacional y oportunista, su aparición está muy ligada a las condiciones meteorológicas y al estado de salud general de la colonia de abejas (Kilani, 1999, citado por Vidal-Naquet, 2015; Higes y col., 2013). Las abejas se infectan mediante la ingestión de esporas, las cuales se dirigen a través del tracto digestivo hasta su órgano diana: el ventrículo. Cuando las esporas alcanzan esta localización, el túbulo polar se proyecta hasta contactar con las células del ventrículo y permitir, a través de él, la introducción del esporoplasma en la célula para que se dé la multiplicación del agente (Fries, 1988).

La nosemosis tipo A suele cursar con unos signos clínicos notablemente característicos, que se deben principalmente a la infección individual de las abejas. Los más significativos son: (i) la observación de manchas fecales en localizaciones poco habituales, como puedan ser la piquera o el material del interior de la colmena; y (ii) manifestaciones de temblor e incapacidad manifiesta para el vuelo, que se traduce en la acumulación de abejas con estos signos en la zona próxima a la piquera (Kilani, 1999, citado por Vidal-Naquet, 2015; Antúnez y col., 2009; Forsgren y Fries, 2010; Fries, 2010;

Goblirsch y col., 2013). Esta afección individual tiene su traducción a nivel colectivo, provocando debilidad progresiva por la pérdida de efectivos. En las situaciones en las que la enfermedad no resuelve por sí sola, esta debilidad progresiva puede llevar a la muerte de la colonia.

En la primera década del siglo XXI, Higes y col. (2006) describieron la presencia del microsporido *Nosema ceranae* en la sub-especie europea *Apis mellifera iberiensis*. En un trabajo posterior demostraron los postulados de Koch, implicando a este agente en las masivas pérdidas de colmenas sufridas en España a partir del año 2005 (Higes y col., 2008). Desde entonces, no han dejado de sucederse las notificaciones del aislamiento de *N. ceranae* a partir de muestras de abejas procedentes de la práctica totalidad del mundo (Klee y col., 2007; Chen y col., 2008; Giersch y col., 2009; Higes y col., 2009a; Cornelissen y col., 2011 citado por Pirk y col., 2016; Emsen y col., 2015; Gómez-Moracho y col., 2015).

Pocos meses después de la implicación de *N. ceranae* en el fenómeno epidémico de pérdida de colmenas sufrido en España desde 2005, vanEngelsdorp y col. (2009) dieron nombre a este fenómeno a partir un conjunto de síntomas específicos, no relacionados con patologías anteriormente descritas y comunes en todos los casos de pérdidas de colmenas: CCD (*colony collapse disorder*). Sin embargo la implicación de *N. ceranae* en este fenómeno ha sido (y sigue siendo) objeto de debate para la comunidad científica internacional (Stevanovic y col., 2011, 2013; Fontbonne y col., 2013; Natsopoulou y col., 2016). Recientemente, la utilización de modelos matemáticos para explicar el fenómeno de la desaparición de las abejas y evaluar la implicación de los potenciales factores señalados en la literatura disponible, han venido a identificar a *N. ceranae* como uno de los patógenos cuya presencia está directamente relacionada con este fenómeno (Khoury y col., 2011, 2013; Betti y col., 2014; Kribs-Zaleta y Mitchell, 2014; Perry y col., 2015), debido principalmente al estrés crónico que produce sobre la población de la colmena.

La sintomatología de la nosemosis tipo C difiere de la descrita para la nosemosis tipo A. En este caso, se ha demostrado la ausencia de estacionalidad y de los signos clínicos característicos de la nosemosis tipo A (manchas fecales y signos de debilidad individual) (Martín-Hernández y col., 2007; Higes y col., 2008). Cursa con una larga fase asintomática, donde los signos clínicos observables son muy sutiles y requieren de un adecuado análisis

clínico: se puede observar una mayor puesta de la reina en los meses más fríos, así como un leve descenso productivo (Higes y col., 2009b). A diferencia de *N. apis*, este agente es capaz de modificar la maquinaria celular, y los mecanismos de defensa humoral y celular del hospedador (Antúnez y col., 2009; Martín-Hernández y col., 2011; Botías y col., 2013; Vidau y col., 2014). Los estudios más recientes sobre la virulencia de este agente, indican que es más patógeno que *N. apis*, tanto a nivel individual (Aufauvre y col., 2014; Eiri y col., 2015; Mayack y col., 2015), como a nivel colectivo (Villa y col., 2013; Wolf y col., 2014; Bekele y col., 2015). No obstante este aspecto tampoco queda exento de debate científico (Natsopoulou y col., 2016).

Respecto a su distribución, existen numerosos trabajos que confirman la presencia de *N. apis* en distintos países de África (Hussein, 2001a, b; Swart y col., 2001; Fries y Raina, 2003; Ellis y Munn, 2005; Strauss y col., 2013; Muli y col., 2014; Mumoki y col., 2014), mientras que el hallazgo de *N. ceranae* se ha comunicado solo en dos ocasiones: Argelia (Higes y col., 2009a) y Benín (Cornelissen y col, 2011 citado por Pirk y col., 2016) (figura 6.6 y 6.7).

Figura 6.6
Distribución de *Nosema apis* en África

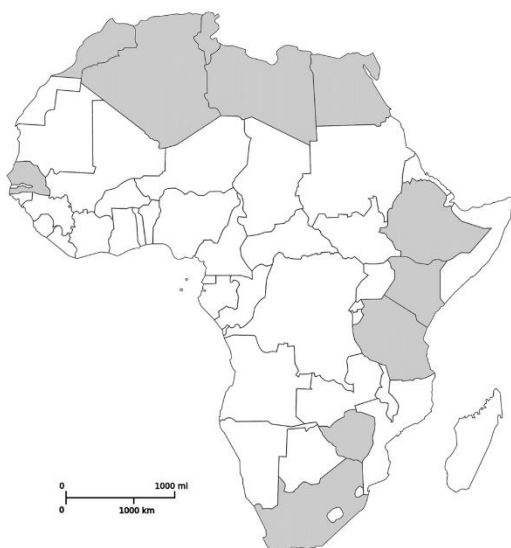


Figura 6.7
Distribución de *Nosema ceranae* en África



Figuras 6.6 y 6.7 De izquierda a derecha: (6.6) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Nosema apis*; (6.7) se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de *Nosema ceranae*. En blanco se indican los países de los que no se tiene información.

El conocimiento de lo que acontece en África con respecto a estos microsporidios es limitado, tanto en lo que se refiere a su distribución y prevalencia, como a sus efectos sobre la salud de las sub-especies africanas. De igual manera, no existen evidencias del impacto negativo de estos agentes sobre la salud de las sub-especies africanas, a pesar de que en otras partes del mundo se ha evidenciado la patogenicidad de estos agentes. Este último aspecto es el menos estudiado y el que puede atraer un mayor interés para explicar los episodios de muertes de colmenas.

Otros hongos: Ascosphaera apis

Ascosphaera apis (Spiltoir y Olive, 1955) es el agente responsable de la ascosferosis de la cría de *A. mellifera*. Afecta a las larvas de abejas, quienes se infectan tras la ingestión de esporas fúngicas durante sus primeros días de vida (Aronstein y Murray, 2010), y posteriormente mueren por el desarrollo del hongo en su interior, adquiriendo un aspecto momificado muy característico. No supone una seria amenaza para la colonia y tanto la resolución de la patología como la diseminación de la misma, están muy relacionadas con el manejo apícola, las situaciones de estrés y la climatología (revisado por Vidal-Naquet, 2015).

En el continente africano, la presencia de este hongo está descrita en los siguientes países: Argelia, Egipto, Etiopía, Nigeria, Túnez y Sudáfrica (Heath, 1985; Hussein, 2001a, b; Swart y col., 2001; Ellis y Munn, 2005; Yohannes y col., 2009; Sanad y Mohanny, 2011; Akinwande y col., 2013; Strauss y col., 2013 revisado por Pirk y col., 2016).

Virus

Las distintas sub-especies de *A. mellifera*, pueden ser infectadas por más de 20 ARN-virus distintos (Chen y Siede, 2007), si bien en Europa se han descrito un total de 23 virus de los cuales al menos uno es un ADN-virus (Gisder y Genersch, 2015b; McMEnamin y Genersch, 2015). Las infecciones víricas pueden presentarse de forma simple o múltiple, siendo lo más frecuente que se presenten de forma múltiple y/o en combinación con la

presencia de otros patógenos. La mayoría de estas infecciones cursan de forma asintomática (Tentcheva y col., 2004), habiéndose confirmado plenamente la patogenicidad de algunos de ellos (ABPV, *acute bee paralysis virus*; BQCV, *black queen cell virus*; CBPV, *chronic bee paralysis virus*; DWV, *deformed wing virus*; IAPV, *israeli acute paralysis virus*; SBV, *sac brood virus*; KBV, *kashmir bee virus*), aunque el potencial patógeno de otros virus sigue siendo motivo de estudio y debate por la comunidad científica (Genersch 2010a).

De todos los virus descritos, los más prevalentes a nivel mundial y los que, en un mayor número de trabajos, se han podido relacionar con la muerte de colmenas son: el complejo AKI (ABPV-KBV-IAPV) (Francis y Kryger, 2012; Francis y col., 2013), BQCV y DWV (Runckel y col., 2011; Mondet y col., 2014). Resultan especialmente importantes aquellos de los que se han descritos asociaciones con otros patógenos, como es el caso del virus de las alas deformadas (DWV) y *Varroa destructor* (Francis y col., 2013; Kuster y col., 2014) o el virus de las “realeras negras” (BQCV) y *Nosema* spp. (Dainat y col., 2012; Francis y col., 2014).

Para confirmar la presencia de partículas virales a partir de una muestra de abejas, resulta imprescindible emplear técnicas moleculares, que son altamente sensibles y específicas, pero que por sí solas no permiten responsabilizar al agente detectado con la enfermedad en curso. Cuando se trata de infecciones víricas, es imprescindible realizar una buena inspección del ganado apícola, que permita poner en evidencia signos clínicos que se puedan relacionar con un agente concreto.

En África se han identificado nueve de los veintitrés virus descritos en *A. mellifera*: ABPV, *acute bee paralysis virus*; AmFV *Apis mellifera filamentous virus*; BQCV, *black queen cell virus*; CBPV, *chronic bee paralysis virus*; DWV, *deformed wing virus*; IAPV, *israeli acute paralysis virus*; LSV, *lake sinai virus*; SBV, *sac brood virus*; y VDV-1, *Varroa destructor virus 1* (Strauss y col., 2013; Muli y col., 2014; Mumoki y col., 2014; Amakpe y col., 2016; revisado por Pirk y col., 2016). Los países en los que se ha realizado un estudio más en profundidad son: Argelia (DWV y SBV), Egipto (SBV), Kenia (ABPV, BQCV, DWV), Túnez (SBV), Uganda (BQCV) y Sudáfrica (ABPV, BQCV, IAPV, DWV, AmFV) (figura 6.8). Por el

momento, no se han descrito grandes pérdidas de colmenas por la acción de estos virus en África (Pirk y col., 2016).

Figura 6.8
Distribución de los distintos virus en África



Figura 6.8 Se señalan en gris los países en los que existe confirmación de la presencia de alguno de los nueve virus de *A. mellifera* descritos en África. En blanco se indican los países de los que no se tiene información.

Distribución de agentes que suponen una plaga para colonias de A. mellifera

Como ya se ha comentado anteriormente, organismos pertenecientes a grupos taxonómicos muy dispares entre sí, pueden ser considerados una plaga para las colmenas de *A. mellifera*. Esta consideración viene dada porque, de una u otra forma, su presencia en las colmenas resulta perjudicial o dañina para el normal desarrollo de la colonia de abejas. Existen numerosos representantes de cada uno de estos grupos: coleópteros (*Aethina tumida*, *Oplostomus fuliginus*, o *Oplostomus haroldi*), dípteros (*Braula coeca*, *Rondanioestrus apivorus* o *Physocephala* spp.), lepidópteros (*Galleria mellonella*, *Achroa grisella* o *Acherontia atropos*), himenópteros (hormigas, avispas o algunas especies de abejas), aves (abejarucos) y mamíferos (ratones, monos, babuinos, tejones y humanos).

Entre los coleópteros, se encuentra uno de los mejores representantes de este tipo de agentes. Conocido comúnmente como el pequeño escarabajo de las colmenas (o *small*

hive beetle en inglés), *Aethina tumida* (Murray, 1867) es un hallazgo de declaración obligatoria (OIE, 2017), endémico en África subsahariana. Mediante movimientos de ganado sin las adecuadas garantías sanitarias, este agente ha salido de su área endémica de distribución, convirtiéndose en una especie invasora de *A. mellifera* en Europa, distintos países del continente americano, Australia y Asia, motivando un mayor esfuerzo de todos los sectores implicados para controlar su expansión (Neumann y Elzen, 2004; Neumann y Ellis, 2008; Cuthbertson y col., 2013; Neumann y col., 2016).

En su área de distribución endémica, donde ha evolucionado de forma conjunta con las sub-especies locales de *A. mellifera*, provoca daños poco significativos en las colmenas, dado que su reproducción es efectiva únicamente cuando la colonia de abejas está debilitada, actuando en cierta forma como un oportunista (Pirk y Yusuf, 2015). Dentro de esta área endémica, se han descrito diferencias regionales. Así, en Kenia y en Uganda el hallazgo de *A. tumida* es ocasional (Kugonza y col., 2009; Torto y col., 2010), lo contrario que en Nigeria, donde Lawal y Banjo (2008) encontraron una amplia distribución de este agente con una elevada presencia por todos los territorios muestreados.

Otros agentes, particularmente *Oplostomus fuliginous*, *Oplostomus haroldi*, o algunas especies de hormigas, avispas, aves y mamíferos, sólo suponen una amenaza para el normal desarrollo de las colonias de *A. mellifera* cuando se presentan en grandes cantidades. Solo en estos casos se han descrito graves problemas para las colonias (Hepburn y Radloff, 1998, revisado por Pirk y col., 2016).

6.1.5 CONTROL DE LOS PATÓGENOS Y PLAGAS PRESENTES EN EL CONTINENTE AFRICANO

La lucha frente a los patógenos y plagas que afectan a *A. mellifera*, puede ser abordada desde dos frentes complementarios entre sí: de una parte, mediante el empleo de tratamientos específico frente al agente causal, ya sea con productos de base natural o por medio de moléculas de síntesis; de otra parte, implementando todo un conjunto de medidas de manejo zootécnico y biosanitario que reduzcan (o eliminen en el mejor de los casos) la presión que estos agentes nosógenos producen sobre la colonia de abejas.

Algunas de estas medidas de manejo pueden ser útiles para el control de distintos procesos, dado que su fundamento se asienta sobre los conceptos de prevención y manejo sanitario, mientras que como contraposición, el empleo de tratamientos frente al agente causal es casi específico de cada agente. A esto se une que la política sanitaria de cada país, permite o no permite el empleo de según qué productos en apicultura, dado que no deja de ser una ganadería destinada a la producción de alimentos de consumo humano. Dadas las particularidades de la legislación propia de cada país, a continuación se presenta un resumen general de las distintas estrategias que se pueden emplear para el control de estos agentes.

Medidas de manejo zootécnico y biosanitario para el control de patógenos y plagas

Este tipo de medidas se asientan en un profundo conocimiento biológico tanto de la colonia como de los distintos agentes nosógenos. Mediante distintas prácticas de manejo, tanto zootécnico como biosanitario, se persigue interferir en el ciclo biológico de los agentes, impidiendo su desarrollo hasta eliminar el agente o deteniéndolo hasta reducir su carga hasta niveles aceptables para la salud de la colonia (ver Rosenkranz y col., 2010). Entre estas medidas se incluyen:

- i. Manejo del colmenar: consideraciones sobre su ubicación y orientación o sobre el uso de una cuarentena.
- ii. Manejo de la cría, mediante el secuestro o confinamiento de la reina, mediante el manejo de la cría de zángano, o mediante la retirada de cría de obrera.
- iii. Renovación forzada (o reposición) de la reina para aprovechar su mayor vigor.
- iv. Manejo de la temperatura y ventilación de la colmena.
- v. Renovación del material apícola, principalmente de la cera. Adecuadas pautas de limpieza y desinfección de todos los materiales empleados.
- vi. Uso de sustancias inertes que potencien el comportamiento higiénico.
- vii. Selección genética.

Estas medidas, utilizadas de forma única, como una combinación, o acompañadas del uso de tratamientos específicos (cuando están disponibles), suponen una estrategia

muy efectiva para controlar el desarrollo de algunos patógenos (como *Varroa destructor* o *Nosema ceranae*) y plagas (*Galleria mellonella* o presencia de hormigas en el colmenar).

Tratamientos específicos para el control de patógenos y plagas

Control de agentes patógenos artrópodos parasitarios de A. mellifera

En el caso de parasitaciones por *Varroa destructor*, no existen tratamientos que consigna eliminar el cien por cien de los ácaros. Por ello, el objetivo del control de esta parasitosis, pasa por mantener un nivel de parasitación bajo, que no produzca graves daños y permita mantener el nivel productivo de la colmena (Dietemann y col., 2012, 2013), para lo que se aplican los principios del control integral de plagas. Existen distintos productos, de síntesis y de base natural, cuya eficacia acaricida ha sido contrastada. De los primeros, los más representativos son los organofosforados, los piretroides y la formamidina; de los segundos, los ácidos orgánicos (fórmico, oxálico, láctico) y los aceites esenciales (de tomillo, menta y eucalipto entre otros) (revisado por Rosenkranz y col., 2010). A esto se une un amplio abanico de procesos técnicos y mecánicos, ya expuestos anteriormente, que ayudan a reducir los niveles de parasitación.

Para el control de *Acarapis woodi*, se utilizan también productos con efecto acaricida (ácidos orgánicos, aceites esenciales o productos de síntesis), pero con una posología distinta a la empleada con *V. destructor*, que permita que el ingrediente activo llegue a la localización del agente: las tráqueas de las abejas; por lo que se emplean productos volátiles o de fácil sublimación. Dada la importancia sanitaria de *V. destructor*, en la mayoría de países donde se realiza su tratamiento sistemático se han reducido notablemente las poblaciones de *A. woodi*.

Control de agentes patógenos infecciosos de A. mellifera

Las diferencias entre los agentes etiológicos de la loque americana y europea determinan que el control de ambas patologías sea notablemente distinto. En el caso de

la infección por *P. larvae*, el control de la enfermedad resulta muy difícil dado que es una bacteria que forma esporos, una forma de resistencia muy efectiva frente a agentes químicos y físicos. Por ello, muchos países exigen la incineración de las colmenas positivas a este agente como medida de control. En aquellos países en los que se permite el uso de antibióticos en apicultura, la oxitetraciclina es el producto de elección, mientras que la imposibilidad de usar este tipo de productos en otros países ha llevado a investigar la eficacia de distintos aceites esenciales de origen vegetal (Reyes y col., 2013; Hernández-López y col., 2014) y de propóleos (Antúnez y col., 2008; Mihai y col., 2012; Boonsai y col., 2014; Wilson y col., 2015).

El agente etiológico de la loque europea, *Melissococcus plutonius*, también es sensible al empleo de oxitetraciclina, pero a diferencia de *P. larvae*, no es una bacteria formadora de esporos como forma de resistencia. Esto supone una notable diferencia de cara al control de la enfermedad, dado que es más sencillo eliminar al agente etiológico y facilitar la resolución de la patología mediante medidas de manejo.

Para el control de las nosemosis, también es necesario actuar frente a la forma vegetativa del agente y frente a su forma de resistencia: la espora. Las diferencias entre *N. apis* y *N. ceranae*, hacen que el control de ambos agentes tenga particularidades propias, si bien en líneas generales, el control de la forma vegetativa se ha ensayado de forma eficaz con un antibiótico: la fumagilina (Gisder y Genersch, 2015a; OIE, 2016); cuyo uso no está permitido en muchos países europeos al no existir estudios de límite máximo de residuos. La eliminación de las esporas se realiza, preferentemente, mediante el uso de sustancias químicas abrasivas (sosa cáustica o ácido acético) o mediante métodos físicos (aplicación de calor) (OIE, 2016).

Control de plagas de A. mellifera

El control de las plagas es tan variado como los agentes implicados. En líneas generales, las sub-especies africanas de *A. mellifera* presentan suficientes mecanismos de defensa social para lidiar con el efecto perjudicial de estos agentes, por lo que no requieren de la intervención del ser humano, y en los casos en los que interviene, se

vuelve a hacer uso de la combinación de plaguicidas de familias muy distintas y medidas de manejo zootécnico y biosanitario o simplemente de barreras de contención.

6.1.6 AGENTES NOSÓGENOS ABIÓTICOS: PLAGUICIDAS

En Europa y Norteamérica, los plaguicidas más frecuentemente encontrados en las colmenas pertenecen a familias de acaricidas, herbicidas e insecticidas (Bernal y col., 2010; Johnson y col., 2010; Mullin y col., 2010; Lambert y col., 2013; Johnson y Corn, 2015). En estas regiones, se ha generado una ingente producción científica reciente, pues ha sido uno de los factores que se ha relacionado con el fenómeno de pérdida de colmenas. Los datos de laboratorio son incontestables, indicando que incluso dosis sub-letales de estos agentes químicos tienen efectos perjudiciales sobre el desarrollo de los individuos de la colmena (Johnson y col., 2014; Thompson y col., 2014). Sin embargo, resulta difícil trasladar estos resultados al medio real, en el que la exposición a agentes químicos implica dosificaciones mucho más variables, así como interacciones mucho más complejas que las que se pueden reproducir en laboratorio (Krupke y col., 2012; Arena y Sgolastra, 2014; Johnson, 2015).

En África, el conocimiento sobre la cantidad y tipo de plaguicidas a los que están expuestas las sub-especies locales de *A. mellifera* es limitado, desconociéndose de igual modo, los efectos que estos agentes químicos tienen sobre la fisiología de la colonia, bajo las condiciones agro-ecológicas propias del continente africano. La práctica totalidad de los trabajos realizados sobre plaguicidas son ensayos de laboratorio (Köhler y col., 2012; Human y col., 2014; Du Rand y col., 2015), que emplean condiciones ideales de ensayo difícilmente extrapolables a las condiciones en el medio natural. Además, la mayoría de estos estudios se centran, mayoritariamente, en el estudio de las repercusiones de los plaguicidas agrícolas, olvidando otro tipo de agentes químicos empleados para el control de vectores y plagas no agrícolas, que por su uso extendido e indiscriminado en África, puedan tener impacto sobre las poblaciones de *A. mellifera*.

De forma un tanto excepcional, Muli y col. (2014) detectaron la presencia de 4 plaguicidas en las muestras recogidas en un estudio de campo: naftalina (volátil producido

por la quema de combustibles, madera o tabaco), clorotalonil (fungicida agrícola), clorpirifós y fluvalinato (insecticidas); indicando la necesidad de profundizar en el conocimiento de esta realidad. En esta misma línea, Al Naggar y col. (2015) encontraron que en Egipto se daba un uso extendido de distintos plaguicidas, y que estos podían ser detectados en muestras procedentes de colmenas de *A. mellifera*.

6.2 MUESTREO NACIONAL

Como ya se ha señalado anteriormente, muy pocos estudios se han llevado a cabo en los países de África Occidental, lo que supone una brecha importante para la comprensión de la prevalencia, incidencia, diversidad y distribución geográfica de las enfermedades de las abejas melíferas en este continente (Muli y col., 2014; Mumoki y col., 2014). La presencia de *V. destructor* en Ghana ha sido descrita con anterioridad (Fazier y col., 2010; Mutsaers, 2012, comunicación personal), y sin embargo no existe cumplida información sobre su distribución y prevalencia en el territorio; tampoco de la presencia o ausencia de otros agentes como *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, *Paenibacillus larvae* o *Braula coeca*. Algunos de estos agentes han sido descritos en los países vecinos, como es el caso de *B. coeca* (Paraíso y col., 2011) y *N. ceranae* (Cornelissen y col., 2011 citado por Pirk y col., 2016) en Benín, haciendo plausible la hipótesis de su expansión hacia territorios vecinos.

Ante la falta de información actualizada sobre el estado sanitario de la cabaña apícola en Ghana, se decidió la realización de un muestreo nacional. Dicho muestreo, junto con la inspección clínica que se realizó *in situ* y el amplio abanico de procedimientos experimentales realizados con las muestras recogidas, han permitido conocer la presencia y/o ausencia de los agentes nosógenos más importantes del ganado apícola, así como las prevalencias de los patógenos más comúnmente extendidos. Este trabajo ha sido aceptado para su publicación en la revista *Apidologie* con fecha 31 de marzo de 2017 y el manuscrito puede ser consultado en el anexo VII.

6.2.1 MATERIAL Y MÉTODOS

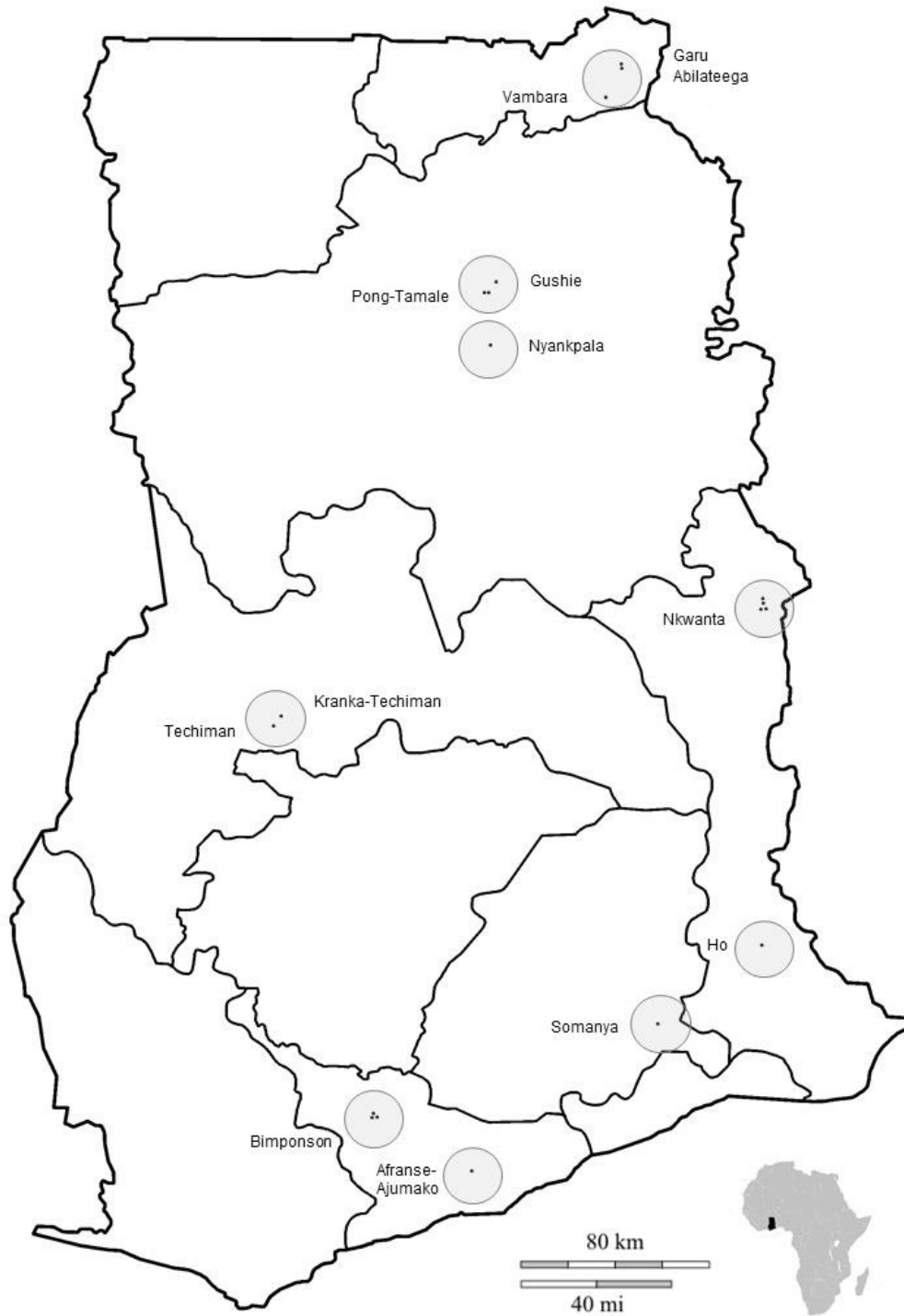


Figura 6.9 Mapa de Ghana en el que se señalan los puntos de muestreo (cada punto negro se corresponde con una geolocalización muestreada) junto a los nombres de las localizaciones.

Tabla 6.2 Información sobre la localización de los apiarios muestreados y de las muestras obtenidas de ellos.

Localización	Coordenadas			N° apiarios	N° colmenas (colonizadas)	n*
	Latitud	Longitud	Altitud (m)			
<i>Pong-Tamale</i>	9° 41.737'N	0° 50,237'W	151	1	10 (5)	1
<i>Garu-Tempene</i>	10° 51.514'N	0° 10.694'W	231	1	5 (2)	1
<i>Vambara</i>	10° 44.567' N	0° 16.573'W	206	1	20 (19)	3
<i>Nkwanta</i>	8° 15.983'N	0° 31.608' E	206	2	14 (8)	2
<i>Nkwanta</i>	8° 15.683'N	0° 31.29'E	219	3	25 (25)	1
<i>Nkwanta</i>	8° 11.183'N	0° 32.143'E	266	1	10 (5)	1
<i>Nkwanta</i>	8° 12.054'N	0° 32.322'E	341	3	485 (485)	1
<i>Ho</i>	6° 36.817'N	0° 27.405'E	209	4	96 (90)	2
<i>Somanya</i>	6° 6.129'N	0° 0.371'E	53	15	600 (350)	4
<i>Bimponson</i>	5° 41.232'N	1° 29.833'W	81	8	82 (13)	2
<i>Bimponson</i>	5° 41.581'N	1° 29.817'W	106	9	83 (13)	3
<i>Bimponson</i>	5° 41.338'N	1° 30.104'W	87	10	84 (13)	2
<i>Afranse-Ajumako</i>	5° 28.976'N	0° 56.743'W	77	2	20 (5)	4
<i>Techiman</i>	7° 39.909'N	1° 50.908'W	390	1	20 (3)	1
<i>Kranka-Techiman</i>	7° 38.243'N	1° 82.393'W	260	5	200 (200)	4
<i>Pong-Tamale</i>	9° 41.737'N	0° 50,237'W	151	1	10 (4)	3
<i>Gushie</i>	9° 49.069'N	0° 51.749'W	122	14	300 (300)	3
<i>Nyankpala</i>	9° 24.823'N	0° 59.191'W	170	3	37 (25)	4
<i>Abilateega</i>	10° 51.506'N	0° 10.771'W	231	1	16 (16)	3

* Número de colmenas de las que se tomó muestra.

Toma de muestras

Se recogieron muestras de cuarenta y cinco colmenas (n=45) geo-localizadas en 19 puntos de muestreo distintos, pertenecientes a seis de las diez regiones administrativas en que se divide el territorio de Ghana (figura 6.9, tabla 6.2). Dado que no existe la obligatoriedad de dejar constancia de la actividad apícola en ningún registro oficial, la lista de apicultores que fueron contactados para el muestreo, fue proporcionada por el Profesor Dr. Kwame Aidoo de la Universidad de *Cape Coast (University of Cape Coast)*, cuyo contacto se obtuvo directamente de una consultora apícola holandesa (Marieke Mutsaers), recomendada por un apicultor ghanés (Christopher Champion).

Todas las muestras se recogieron por la misma persona y siempre tras la puesta del sol. En todo momento el trabajo fue asistido por apicultores locales, quienes se ocuparon del manejo de la colmena. Cada colmena supuso una unidad de investigación independiente, tomándose de cada una de ellas una muestra de abejas obreras de interior (>150) junto con una muestra de cría operculada. Siempre que fue posible, se recogieron también una muestra de polen almacenado y una muestra de cera, las cuales se almacenaron en frío hasta su análisis.

Encuesta a los apicultores

En cada punto de muestreo, se realizó una encuesta al apicultor propietario de las colmenas muestreadas (en los casos en los que la propiedad del asentamiento era compartida, la encuesta se realizó al apicultor responsable del manejo del mismo). Con el objetivo de obtener información de la explotación apícola, se realizaron una serie de preguntas para conocer las características propias del apicultor y de la explotación, del tipo de colmena empleado y su manejo productivo, así como del estado de salud general del ganado (tabla 6.3). Para la categorización de la actividad apícola se utilizaron los estándares europeos (Chauzat y col., 2013).

Tabla 6.3 Encuesta a los apicultores (se presenta en inglés porque así se realizó a los interesados).

1. Beekeeper information	3. Technical information
Name	Shape of hive
Phone number	Production objective: (Self-consumption/Commercialisation/Both)
Association	Production orientation: (Honey/Wax/Pollen/Propolis)
E-mail	Plant life surrounding
Years working	4. Health status information
Profession	General status
2. Apiary information	Knowledge (Varroa/ SHB/ LHB/ Wax moth/ Others)
Location	Losses/year
Coordinates	Treatments
Number of apiaries and hives	5. Date of collection and working code

Detección de patógenos: análisis macroscópicos y moleculares

La detección de los agentes macroscópicos *Varroa destructor*, *Braula coeca* y *Aethina tumida*, se realizó *in situ* de acuerdo con el procedimiento previamente descrito por Higes y col., (2009) (revisado por Garrido-Bailón y col., 2013). Para determinar los porcentajes de parasitación por *Varroa destructor* en cría se desopercularon cien celdas por cada muestra y se contabilizaron los ácaros encontrados. Para determinar los porcentajes de parasitación en abejas adultas se congeló la muestra para favorecer su manipulación y posteriormente se contabilizaron tanto el número de ácaros y abejas como cualquier otro hallazgo macroscópico. El cálculo de la infestación se hizo como el número de ácaros por cada cien celdas de cría o por cada cien abejas adultas, según el caso. Posteriormente, tanto los ácaros como ambas partes de la muestra (abejas adultas y cría) se conservaron en etanol (70%) hasta la realización de los análisis moleculares.

Extracción del ADN

Las muestras de abejas y cría se procesaron según lo descrito por Martín-Hernández y col. (2007). Cada sub-muestra analizada se lavó por triplicado, de forma independiente, para eliminar todos los restos de etanol. Por cada colonia analizada, 30 abejas adultas y 30 larvas en desarrollo se maceraron, independientemente, en 15 ml de agua destilada MilliQ® usando bolsas estériles con filtro (Stomacher®). El homogeneizado se centrifugó 6 minutos a 800xg, desechando el sobrenadante tras el centrifugado. El sedimento se volvió a suspender en 3 ml de agua destilada MilliQ®, de los que 400 µl se transfirieron a una placa de 96 pocillos (Quiagen) con tres perlas de vidrio (Sigma; 2 mm diámetro). Posteriormente se procesaron según una metodología previamente descrita (Higes y col., 2007).

Detección molecular de patógenos

Se utilizaron procedimientos y cebadores descritos en ensayos previos para el análisis molecular (por PCR simple o por PCR múltiple) de los distintos patógenos que

pueden afectar a la cría y/o a las abejas adultas: *Ascosphaera apis*, *Paenibacillus larvae* y *Melissococcus plutonius* (Garrido-Bailón y col., 2013); *Nosema apis* y *Nosema ceranae* (Martín-Hernández y col., 2012); *Acarapis* spp. (Garrido-Bailón y col., 2012); *Aethina tumida* (Ward y col., 2007); tripanosomátidos y neogregarinos (Meeus y col., 2010) (tabla 6.4).

Tabla 6.4 Cebadores y secuencias utilizados para la detección molecular de patógenos.

Especificidad	Cebador	Secuencia (5'-3')	Tamaño (pb)
<i>A. tumida</i> ¹	SHB207-F	TCTAAATACTACTTTCTTCGACCCATC(A/G)	109
	SHB315-R	TCCTGGTAGAATTAATAATAAACTTCTGG	
Tripanosomátidos ²	CrU-F1	TTGAGATCTGGTTGATTCTGC	2041
	SE-R	GGACGTAATCGGCACAGTTT	
Neogregarinos ²	ApU-F1	TCAATTGGAGGGCAAGTCTG	850
	ApU-R1	CACGCAAAGTCCCTCTAAGAA	
<i>A. woodi</i> ³	AW180-F	GGAATATGATCTGGTTAGTTGGTC	180
	AW180-R	GAATCAATTTCCAAACCCACCAATC	
<i>N. apis</i> ⁴	Apis-F	GGGGGCATGTCTTTGACGTACTATGTA	321
	Apis-R	GGGGGGCGTTTAAAATGTGAAACAACTATG	
<i>N. ceranae</i> ⁴	Mitoc-F	CGGCGACGATGTGATATGAAAATATTAA	218
	Mitoc-R	CCCGGTCATTCTCAAACAAAAACCG	
COI ⁴	COI-F	GGGTCCAAGACCAGGAAGTGGAT	119
	COI-R	GGGTCCAAGACCAGGAAGTGGAT	
<i>A. apis</i> ⁵	Ascos-F	TGTGTCTGTGCGGCTAGGTG	136
	Ascos-R	GCTAGCCAGGGGGGAACATA	
<i>M. plutonius</i> ⁵	Meli-F	GTAAAAGGCGCTTTCGGGT	281
	Meli-R	GAGGAAAACAGTTACTCTTCCCCTA	
<i>P. larvae</i> ⁵	Paen-F	AAGTCGAGCGGACCTTGTTTC	973
	Paen-R	TCTATCTCAAACCGGTCAGAGG	

Fuentes: (1) Ward y col. (2007); (2) Meeus y col. (2010); (3) Garrido-Bailón y col. (2012); (4) Martín-Hernández y col. (2012); (5) Garrido-Bailón y col. (2013).

Identificación molecular del linaje de las abejas y del haplotipo de los ácaros

Extracción del ADN

La extracción del ADN se hizo mediante un método Chelex® previamente descrito por Walsh y col. (1991) (revisado por Muñoz y col., 2008). El empleo de esta resina permite una extracción rápida del ADN libre de enzimas de degradación y de contaminantes que

puedan inhibir los experimentos ulteriores. En el caso de las abejas, el ADN se extrajo a partir de tres patas posteriores por cada insecto individualmente analizado, mientras que para obtener el ADN de los ácaros, se utilizaron los individuos al completo. De forma resumida, por cada extracción se añaden a la muestra 100 µl de Chelex® (5% en agua destilada MilliQ®), junto con 5 µl de proteinasa K (10 mg/ml). Posteriormente, toda la muestra se incubaba en un termociclador con el siguiente programa: 1 h a 55°C, 15 min a 99°C, 1 min a 37°C, 15 min a 99°C y detener a 15°C. Este procedimiento y el análisis posterior se realizaron bajo la supervisión de la Dra. Pilar de la Rúa, de la Universidad de Murcia.

Análisis del ADN mitocondrial de las abejas

Se determinó el haplotipo mitocondrial de 31 abejas obreras procedentes de 14 localizaciones distintas, mediante un procedimiento previamente descrito por Evans y col. (2013). Este método se basa en el análisis de las variaciones de la secuencia intergénica situada entre los genes *cox1-tRNA^{leu}* y *cox2* (subunidad 2 de la citocromo oxidasa) del ADN mitocondrial de *Apis mellifera*. La longitud y las variaciones en la secuencia del primer producto de PCR, permiten discriminar entre los distintos linajes evolutivos, mientras que el sometimiento de dicho producto a una digestión con la endonucleasa *DraI*, permite identificar el haplotipo dentro de cada linaje (Garnery y col., 1993).

Análisis del ADN mitocondrial de los ácaros

Diecinueve ácaros de doce localizaciones diferentes se identificaron utilizando una metodología descrita previamente (Anderson y Fuchs, 1998; Muñoz y col., 2008). Este procedimiento se basa en una PCR-RFLP, en el que se amplifica un fragmento del gen *cox1* mitocondrial, seguido por una digestión enzimática con las enzimas *XhoI* y *SacI*. El patrón de bandas obtenido permite identificar de forma inequívoca el haplotipo.

Análisis de plaguicidas en cera y polen almacenado

Un total de 32 muestras de cera (n=32; tabla 6.5) se analizaron bajo la dirección de la Dra. Picó en el laboratorio de Bromatología y Toxicología de la Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia. Para su análisis, se realizó una extracción mediante una modificación de un método QuEChERS que comprende el fundido de la cera, la disolución en acetonitrilo y la congelación, seguido de una determinación por cromatografía líquida y espectrometría de masas (LC-MS/MS), utilizando un analizador de triple cuadrupolo (Krupke y col., 2012; Lambert y col., 2013). El analizador empleado es capaz de detectar 58 compuestos químicos de distintas familias de insecticidas, herbicidas, fungicidas o antiparasitarios entre otros, con un límite de detección en todos los casos $<10 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$.

Para el análisis de plaguicidas en polen almacenado fue necesario agrupar la escasa muestra obtenida de distintos puntos de muestreo en cinco grupos de análisis (tabla 6.6). La determinación se realizó de nuevo bajo la dirección de la Dra. Picó en el laboratorio de Bromatología y Toxicología de la Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia. La extracción se realizó con el método QuEChERS para la determinación de residuos de plaguicidas aprobada por el *European Committee for Standardization* (CEN), y cuya implementación queda recogida en la norma del *British Standard BS/EN/15662:2008* (British Standard y CEN, 2008). Al proceso de extracción le siguió una determinación por cromatografía líquida y espectrometría de masas (LC-MS/MS), utilizando de nuevo un analizador de triple cuadrupolo.

Análisis estadístico

Para relacionar los distintos porcentajes (prevalencia) de *Varroa* en cría, *Varroa* en abejas adultas y *Aethina tumida* encontrados, con el valor de altitud de cada punto de muestreo, se realizó un test de correlación de *Spearman*. El valor de altitud para cada punto de muestreo se asignó a partir de las coordenadas de muestreo, utilizando para ello el programa GIS ArcGis v.9.2 (ESRI, Redlands, CA, USA; Tabla 6.2). El análisis estadístico se realizó mediante los programas SAS 9.4 y SPSS 22.0 tanto por parte del investigador como

con la ayuda del área de atención técnica al usuario de la Universidad Complutense de Madrid.

6.2.2 RESULTADOS

De la encuesta realizada a los apicultores, se extrae que todos ellos pertenecen a alguna asociación apícola local. Cuatro de ellos mantienen la propiedad individual de las colmenas que explotan (los mismos que se identifican como apicultores profesionales de acuerdo con el número de colmenas que manejan), mientras que en el resto de los casos ($n=15$), la propiedad es colectiva y reside en una comunidad. En estos casos, la apicultura supone un complemento productivo y de ingreso comunitario. Los encuestados llevan dedicándose a la apicultura una media de 6,5 años ($\sigma=8,9$) y son estudiantes, profesores de primaria y de universidad, agricultores, mecánicos o funcionarios del estado.

De los diecinueve encuestados, el 21% ($n=4$) practican la apicultura de forma profesional, es decir, manejan al menos 150 colmenas y éstas suponen su fuente principal de ingresos, cuando no la única. El 53% de encuestados ($n=10$) manejan entre 16 y 149 colmenas, siendo considerados apicultores no profesionales, mientras que el 26% restante ($n=5$) manejan un número no superior a las 15 colmenas, siendo considerados como apicultores de autoconsumo (figura 6.10). Todos ellos emplean el modelo de colmena "Top Bar", si bien se han encontrado formas y tamaños diversos que reciben distintos nombres: *Kenya Top Bar* (46%), *Langstroth Hive* (39%), *Tanzania Top Bar* (13%), *Saltpong Hive* (1%) o *Warré* (1%) (fig. 6.11). Ninguno de ellos afirmó reutilizar la cera en forma de fundiciones, algo normal en estos modelos de colmena. Mientras que todos ellos ($n=19$) comercializan, parte o la totalidad, de su producción de miel y cera, sólo el 53% ($n=10$) realizan un aprovechamiento productivo de los propóleos y un 11% ($n=2$) del polen.

Sobre el estado sanitario de las colmenas, el 89% de encuestados ($n=17$) declaran no haber observado signos atribuibles a un mal estado de salud de sus colmenas, mientras que el 11% restante ($n=2$, los dos monitores de *Garu-Tempane*) considera que alrededor de un 25% de su ganado puede presentar algún problema de salud, puesto que han

observado un descenso de la producción en algunas colmenas. El 74% (n=14) reconocen haber visto al “escarabajo pequeño de las colmenas” (*Aethina tumida*) y a la “polilla de la cera” (*Galleria mellonella*) en sus colmenas; un 63% (n=12) han observado al “escarabajo grande de las colmenas” (*Oplostomus fuliginus*); y tan sólo un 11% (n=2) conocen la existencia del ácaro *Varroa*: un profesor de universidad y el apicultor profesional que recibió formación de la consultora apícola holandesa (Marieke Mutsaers). Otros enemigos de las colmenas comúnmente identificados por ellos son las hormigas, termitas, lagartijas, y más ocasionalmente serpientes y ranas.

Figura 6.10
Caracterización de la actividad apícola

Profesionales No profesionales Autoconsumo

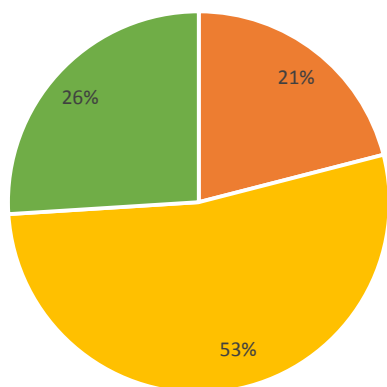
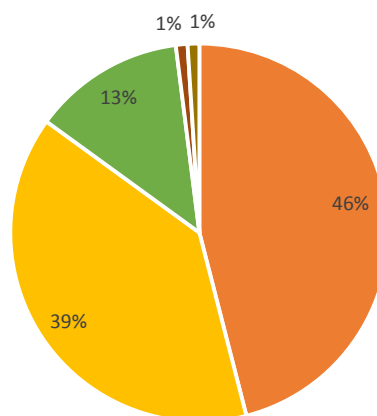


Figura 6.11
Modelos de colmena empleados

Kenya TB Langstroth Tanzania TB Saltpong Warré



Figuras 6.10 y 6.11 De izquierda a derecha: (6.10) resultado de la caracterización de la actividad apícola de acuerdo con la normalización europea; (6.11) distribución de los modelos de colmena empleados por los apicultores encuestados.

Ninguno de los participantes realiza tratamiento sanitario alguno en sus colmenas, y todos coinciden en señalar el fenómeno conocido como “absconding”, la enjambrazón no reproductiva típica de las razas de abejas africanas y que implica el abandono del emplazamiento por la totalidad de la colonia, como el mayor problema que enfrentan a nivel productivo. El 32% (n=6) relaciona éste fenómeno con un mal manejo de las colmenas por parte del apicultor, mientras que el 16% (n=3) lo relaciona con la presencia

de cualquiera de los enemigos de las colmenas anteriormente señalados. El resto (52%, n=10) no tiene una opinión al respecto.

Respecto a la identificación molecular del linaje de las abejas, excepto una, todas las muestras analizadas se correspondieron con el sub-linaje africano A_I, para el que se encontraron tres haplotipos distintos: A1 (n=25), A4 (n=3) y A4' (n=2); mientras que una única muestra se correspondió con el sub-linaje africano de distribución atlántica A_{III}, en el que se detectó específicamente el haplotipo A14. De otro lado, el análisis molecular de los ácaros mostró una concordancia del 100% de las muestras con el haplotipo coreano de *Varroa destructor* descrito por Anderson y Trueman (2000) (Genbank AF106899).

Figura 6.12
Distribución modal de la infestación en cría

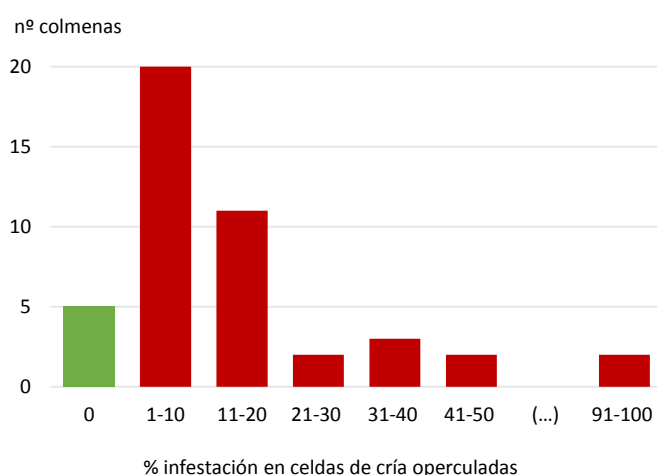
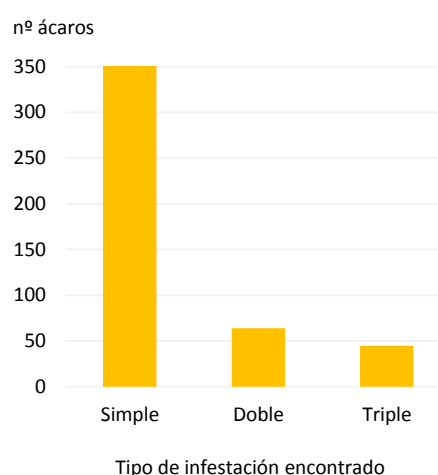


Figura 6.13
Recuento de hallazgos de infestación



Figuras 6.12 y 6.13 De izquierda a derecha: (6.12) distribución modal de los porcentajes de infestación encontrados en los análisis de celdas de cría operculada por colmena (n=45); (6.13) recuento del número de ácaros encontrados por tipo de infestación (simple, doble o triple).

Varroa destructor fue el patógeno detectado con una prevalencia mayor. En abejas adultas (detección de ácaros en fase forética), *V. destructor* se encontró en 18 colmenas (40%) con un rango de infestación variable entre 0,3 - 4,6% ($\mu=2,0\%$; $\sigma=1,3$). Estos valores de prevalencia e infestación fueron significativamente superiores al analizar las celdillas operculadas de cría (detección de ácaros en fase reproductiva), donde *V. destructor* se encontró en 40 de las 45 colmenas analizadas (89%) con un rango de infestación variable

entre 1,7 - 105% ($\mu=16\%$; $\sigma=22,4$) (figura 6.12 y 6.14). Solo ocasionalmente, los ácaros se encontraron causando infestaciones dobles ($n=32$) o triples ($n=15$) en las celdas de cría, mientras que lo común fue encontrar un único ácaro por celda ($n=352$); en un 58% de las colmenas parasitadas por *V. destructor*, solo se encontraron ácaros en infestaciones simples (figuras 6.13 y 6.14). Ninguna de las inspecciones realizadas permitió evidenciar signos compatibles con varroosis (enfermedad por *V. destructor*).

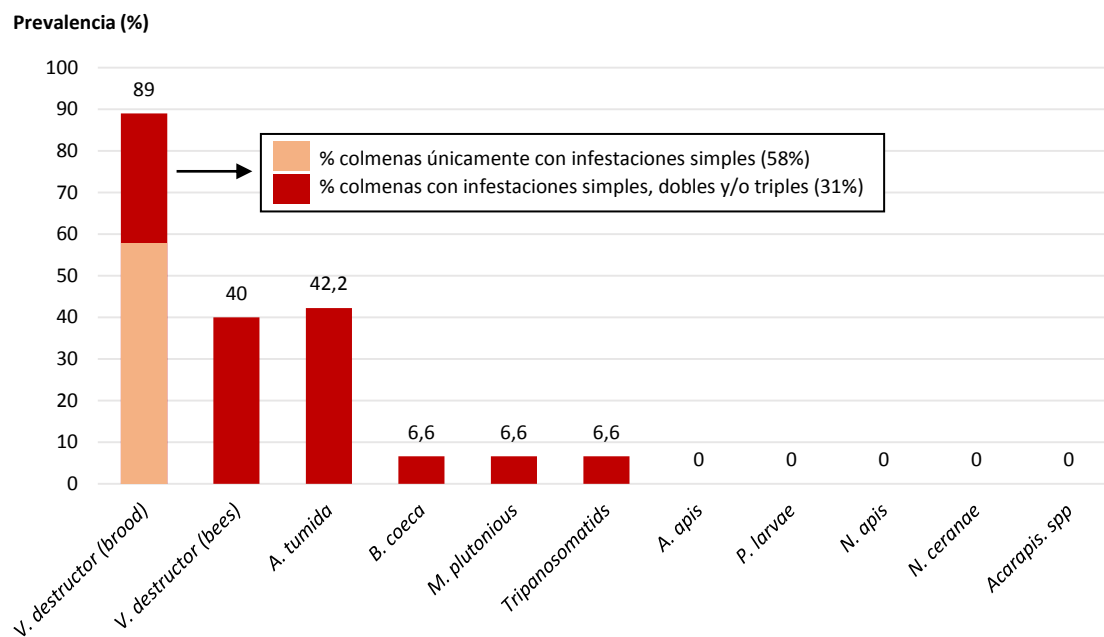


Figura 6.14 Prevalencia (%) de todos los agentes nosógenos analizados.

Tabla 6.5 Resultado del test de correlación de Spearman (estadístico ρ junto con p-valor estadístico) entre la altitud de cada punto de muestreo y los porcentajes observados de distintos patógenos (*V. destructor* en cría, *V. destructor* en abejas adultas, y *Aethina tumida*).

		Altitud	<i>V. destructor</i> en cría	<i>V. destructor</i> en abejas adultas	<i>Aethina tumida</i>
Altitud	ρ	1	- 0,20	- 0,25	0,07
	p-valor		0,42	0,30	0,76
<i>V. destructor</i> en cría	ρ		1	0,07	- 0,15
	p-valor			0,77	0,54
<i>V. destructor</i> en abejas adultas	ρ			1	0,36
	p-valor				0,13
<i>Aethina tumida</i>	ρ				1
	p-valor				

La altitud media de los puntos de muestreo (n=19) fue de 187,2m ($\sigma=90,6m$). El test de correlación de *Spearman* no evidenció relaciones estadísticas entre el valor de altitud para cada punto de muestreo y los porcentajes de *V. destructor* en cría, *V. destructor* en adultos y *Aethina tumida* encontrados por colmena (tabla 6.5).

Durante la toma de muestras en la colmena y la consiguiente inspección clínica, se evidenció la presencia de otros agentes nosógenos. Así, se encontró *Aethina tumida* en un 42% (n=19) de las colmenas, recogiendo un total de 118 ejemplares durante la toma de muestra de abejas adultas, y confirmando el hallazgo mediante identificación morfológica y molecular. *Braula coeca* se encontró en tres colmenas, y dos enemigos de las colmenas como son la polilla de la cera *Galleria mellonella* y el escarabajo grande de las colmenas *Oplostomus fuliginus*, fueron identificados en dos colmenas (confirmados mediante identificación morfológica). El análisis molecular de las muestras no detectó la presencia de ninguno de los siguientes agentes: *Ascosphaera apis*, *Paenibacillus larvae*, *Nosema apis*, *Nosema ceranae* ni *Acarapis* spp. En cambio, la bacteria *Melissococcus plutonius* fue detectada en tres muestras, mientras que otras tres muestras resultaron positivas al análisis de la presencia de tripanosomátidos (figura 6.14). En ningún caso se observaron signos de enfermedad compatibles con las causadas por el agente *M. plutonius*.

El análisis de plaguicidas en muestras de cera (n=32) identificó la presencia de trece compuestos distintos en las muestras analizadas, no estando ninguna de ellas libre de residuos (tabla 6.6). El número de compuestos distintos identificados por muestra varió de 1 a 9, siendo el amitraz el que se detectó en un mayor número de muestras (75%) y en mayores cantidades (194-45, 890 ng/g), seguido del cumafós (47%; 5-8,3 ng/g), clorpirifós (34%; 30-35 ng/g) y fluvalinato (31%; 2-365 ng/g), varroacidias comúnmente utilizados en Europa y Norte América. El resto de compuestos químicos se detectaron con una frecuencia baja (3-6%), pertenecientes a distintas familias de productos agrícolas y veterinarios (tabla 6.6). Para el análisis de residuos en las muestras de polen almacenado, la baja cantidad de muestra obtenida obligó a agrupar polen de distintas localizaciones de muestreo siguiendo una lógica regional (tabla 6.7, ver figura 6.9). Se confirmó la presencia de amitraz en todas las muestras, resultando de nuevo el compuesto químico más abundante (tabla 6.7). Además de amitraz se detectó cumafós en un grupo de muestras.

Tabla 6.6 Resultado del análisis de plaguicidas en muestras de cera. N se refiere al número de muestras.

	N x	N positivos (%)	μ (ng/g)	sd	máx. (ng/g)	mín. (ng/g)
Amitraz*	32	24 (75)	5556,0	9730,8	45890	194
Cumafós	32	15 (47)	588,2	2140,4	8320	5
Clorpirifós	32	11 (34)	31,4	1,6	35	30
Fluvalinato	32	10 (31)	239,5	90,9	365	2
Procloraz	32	2 (6)	40,0	14,1	50	30
Piriproxifen	32	2 (6)	37,5	17,7	25	25
Tiabendazol	32	2 (6)	37,5	10,6	45	30
Clorfenvinfós	32	1 (3)	20,0		20	20
λ -cialotrina	32	1 (3)	160,0		160	160
Etión	32	1 (3)	40,0		40	40
Imazalil	32	1 (3)	50,0		50	50
Metiocarb	32	1 (3)	20,0		20	20
2-hidroxi-terbutilazina	32	1 (3)	10,0		10	10

*El Amitraz se detectó en forma de *N*-(2,4-Dimethylphenyl)formamide y los valores de este metabolito detectados se convirtieron a valores de Amitraz usando para ello las masas moleculares de ambos compuestos (1 mol del metabolito, cuya masa es 162,0 procede de un mol de Amitraz, cuya masa es 293,4).

Tabla 6.7 Resultado del análisis de plaguicidas en muestras de polen almacenado. N se refiere al número de muestras contenidas en cada grupo de análisis.

	Localizaciones agrupadas	N x	Amitraz (ng/g)	Cumafós (ng/g)
M1 (PA14-380)	<i>Garu, Vambara, Abilateega, Nkwanta</i>	12	2170	<LOQ
M2 (PA14-381)	<i>Ho, Somanya</i>	3	506	22,0
M3 (PA14-382)	<i>Bimponson, Afranse-Ajumako</i>	5	217	<LOQ
M4 (PA14-383)	<i>Techiman, Kranka-Techiman</i>	4	3274	<LOQ
M5 (PA14-384)	<i>Pong-Tamale, Gushie, Nyankpala</i>	3	90	<LOQ

6.2.3 DISCUSIÓN

La interpretación conjunta de la información obtenida de la encuesta a apicultores muestra una fotografía de la realidad apícola muestreada próxima a lo descrito por Akangaamkun y col. (2010). Los datos obtenidos sobre la propiedad de las colmenas y el aprovechamiento de los productos apícolas reflejan un sector atomizado, con poca estructura empresarial y escaso procesado de los productos. Por otra parte, los datos obtenidos de la caracterización de la actividad apícola pueden resultar engañosos, dado que la muestra de este estudio es muy pequeña en comparación con el censo estimado

de apicultores de Ghana, y su análisis de acuerdo con las normas europeas puede provocar sesgos de interpretación.

En África habitan una gran diversidad de sub-especies de *A. mellifera* (Franck y col., 2000; revisado por Conte y Navajas, 2008), en concreto se han descrito once sub-especies de *A. mellifera* en el continente africano hasta 2016: *A. m. intermissa* y *A. m. sahariensis* en el noroeste africano; *A. m. lamarckii* en Egipto; *A. m. simensis* en Etiopía; *A. m. jemenitica*, *A. m. adansonii*, *A. m. scutellata*, *A. m. litorea*, *A. m. monticola* y *A. m. capensis* en África subsahariana; y *A. m. unicolor* en Madagascar (Ruttner, 1988; Hepburn y Radloff, 1998; Franck y col., 2000, 2001; Le Conte y Navajas, 2008; Meixner y col., 2011). De acuerdo con estas investigaciones, la sub-especie que se encuentra en Ghana es *A. m. adansonii* (Hepburn y Radloff, 1998).

En este estudio se han encontrado individuos de *A. m. adansonii* procedentes de dos sub-linajes: A_I y A_{III}; siendo mayoritario el primero de ellos. Dentro del sublinaje A_I, se han encontrado los haplotipos A1 y A4, confirmando los datos de Franck y col. (2001) sobre la abundancia de estos haplotipos en las poblaciones de abejas del oeste de África subsahariana. La presencia del haplotipo A14 (descrito por De La Rúa y col. (1998) en abejas procedentes de las Islas Canarias), permite confirmar la dispersión del sub-linaje A_{III} a lo largo de la costa atlántica de África.

El patógeno *Varroa destructor* ha sido el hallazgo más prevalente. A pesar del tiempo transcurrido desde su dispersión desde Asia, sigue representando la mayor amenaza para la apicultura a nivel mundial y su distribución es casi universal (Rosenkranz y col., 2010). La presencia de este agente en Ghana fue descrita por primera vez por Frazier y col. (2010), cuando se detectó en muestras de una única región. Los datos de este estudio muestran su amplia distribución por todas las regiones muestreadas, siendo el haplotipo coreano (Anderson y Trueman, 2000) el único detectado. De los dos haplotipos de distribución intercontinental, el coreano es el más patógeno y ha sido previamente descrito en otros países de África subsahariana (Allsopp y col., 1997; Dietemann y col., 2009; Frazier y col., 2010; Mumoki y col., 2014; Muli y col., 2014; Chemurot y col., 2016 revisado por Pirk y col., 2016), apoyando la hipótesis de que el ácaro continúa su expansión global.

La prevalencia detectada de *V. destructor* fue notablemente superior a la descrita previamente para Ghana (Fazier y col., 2010) y más próxima a los valores encontrados en estudios llevados a cabo en países de la región este del continente (Muli y col., 2014). De hecho, en más de la mitad de los análisis realizados, los porcentajes de parasitación encontrados superan el umbral a partir del cual se considera urgente realizar un tratamiento para las sub-especies europeas de *A. mellifera* (Delaplane y Hood, 1997; Rosenkranz y col., 2010). Esta situación podría deberse tanto a una situación de tolerancia por parte de la sub-especie local, como a un proceso de selección, desencadenado por una incipiente expansión del ácaro por el territorio.

El hecho de que durante las inspecciones no se observasen signos clínicos compatibles con varroosis (despoblación, anormalidades en la puesta de la reina o abejas con alas deformadas), a pesar de los elevados porcentajes de parasitación encontrados, afianza la hipótesis de que las sub-especies africanas de abejas son más tolerantes a la infestación por *V. destructor* (Dietemann y col., 2009; Martin y Medina, 2004; Muli y col., 2014; Strauss y col., 2014a). Esta tolerancia se ha relacionado, entre otros factores, con el menor tamaño de celda empleado por estas sub-especies (Medina y Martin, 1999) y con el menor tiempo de operculado que necesitan, tanto las abejas obreras como los zánganos, hasta completar la metamorfosis (Rosenkranz, 1999; Martin y Medina, 2004; Rosenkranz y col., 2010), así como con la mayor expresión del comportamiento higiénico (Spivak y Gilliam, 1998; Vandame y col., 2002). Los escasos hallazgos de infestaciones dobles y triples encontrados en el muestreo son una muestra de esta tolerancia, reflejada también en la menor preferencia de los ácaros por las celdas de abeja obrera. Los bajos porcentajes de ácaros encontrados en las muestras de abejas adultas son similares a los descritos en otros estudios de la región este del continente (Muli y col., 2014; Chemurot y col., 2016; Mortensen y col., 2016).

Se podría considerar que los niveles de parasitación encontrados estuviesen relacionados con una incipiente expansión del ácaro por el territorio, y por tanto con un proceso de selección natural. Esto mismo observó Allsopp (2006) en Sudáfrica, donde tras la entrada del ácaro, encontró altos niveles de parasitación antes del desarrollo de tolerancia en las sub-especies locales. El desarrollo de esta tolerancia llevó de tres a cinco años en *Apis mellifera capensis*, y de seis a siete años en *Apis mellifera scutellata*. Sin

embargo, de acuerdo con Mutsaers (2012, comunicación personal), *Varroa* ya fue encontrada en la región *Northern* a principios de 2008, haciendo más plausible la hipótesis de la tolerancia para explicar los niveles de parasitación, que la hipótesis de la reciente expansión del ácaro y el desencadenamiento de un proceso de selección natural.

Los niveles de infestación individuales de cada colmena pueden deberse a un gran número de razones (Rosenkranz y col., 2010). Algunos estudios sugieren que, en las zonas tropicales, la altitud está relacionada con estos valores (Chemurot y col., 2016). Sin embargo, estudiar esta correlación de forma aislada puede llevarnos a cometer un sesgo, ya que las condiciones climáticas en la región tropical están fuertemente asociadas a otros parámetros, como la latitud, o como la cobertura vegetal local entre otros. En este estudio no se encontró relación alguna entre los niveles de infestación de *V. destructor* ni de *A. tumida* con la altitud del punto de muestreo, sugiriendo que este tipo de asociaciones son complejas y pueden ser debidas a coincidencias específicas, como ya señalaron Mortensen y col. (2016).

El pequeño escarabajo de las colmenas, *Aethina tumida*, es considerado una plaga que ha evolucionado de forma conjunta con las sub-especies de abejas africanas, llegando a ser endémico en algunas regiones del continente (Dietemann y col., 2009; Neumann y col., 2016). Aunque para las sub-especies de África subsahariana no supone una grave amenaza, sí se atribuyen efectos negativos sobre la productividad y la salud de las colmenas cuando las infestaciones son altas. La amplia distribución de *Aethina tumida* por todo el territorio de Ghana confirma su carácter endémico. A pesar de la prevalencia encontrada, la inspección clínica no evidenció efectos negativos atribuibles a su presencia.

De otra parte, la identificación de *Braula coeca* supone la primera descripción de este agente en Ghana, si bien los niveles de parasitación encontrados son bajos, parecidos a los descritos por Paraíso y col. (2011) en Benín. Estos bajos niveles de parasitación, pueden estar relacionados con los niveles de plaguicidas detectados. Muchos de estos compuestos detectados tienen efecto insecticida y/o acaricida, y en otras regiones del mundo como Europa, donde el tratamiento frente a *Varroa* es sistemático, esta presión ha eliminado la presencia de *B. coeca* de sus colmenas.

La presencia de *Oplostomus fuliginus* puede llegar a suponer una amenaza para la salud y la productividad de las colmenas, siempre que su presencia sea notablemente elevada (Hepburn y Radloff, 1998, revisado por Pirk y col., 2016). Los bajos niveles encontrados en este estudio indican que esta plaga no supone un serio problema de salud para la apicultura en Ghana, a día de hoy.

Las herramientas de diagnóstico molecular son muy útiles para la detección e identificación de los agentes presentes en una muestra. No obstante, para la correcta realización de un diagnóstico de enfermedad, la detección molecular del agente ha de poder relacionarse con la observación clínica de signos en el hospedador compatibles con su acción. En este sentido, la detección de *M. plutonius* en Ghana no es novedosa (revisado por Pirk y col., 2016) y la baja prevalencia observada, unida a la ausencia de signos clínicos compatibles, es un adecuado indicador de ausencia de esta enfermedad (a pesar de que se haya detectado el agente a nivel molecular). De forma parecida, aunque este trabajo ha detectado por primera vez la presencia de tripanosomátidos en muestras de África, no existen evidencias que relacionen su presencia con patología alguna. Algunos estudios llevados a cabo en Estados Unidos de América y Bélgica apuntan un posible efecto sinérgico en presencia del microsporidio *N. ceranae* (Runckel y col., 2011; Cornman y col., 2012; Ravoet y col., 2013), si bien siguen existiendo dudas sobre el papel que estos organismos juegan en la salud de las abejas tanto a nivel individual como colectivo.

Finalmente, hasta la fecha esta es la primera evidencia de la presencia de plaguicidas de diversas familias en ceras procedentes de Ghana. De acuerdo con los datos de la encuesta a apicultores, ninguno de ellos afirmó practicar tratamiento alguno a sus colmenas, por lo que los hallazgos de este estudio resultan llamativos. De forma especial si se tiene en cuenta que en los modelos “Top Bar”, la reutilización de cera no suele ocurrir. Sin embargo, es importante indicar que aunque los panales que contienen miel se retiran en cada cata, los panales que albergan la cría pueden permanecer largos periodos dentro de la colmena dado que no existe un manejo sanitario de los mismos.

Acaricidas, herbicidas e insecticidas son los plaguicidas químicos más prevalentes en las muestras procedentes de colmenas europeas o norteamericanas (Bernal y col., 2010; Johnson y col., 2010; Mullin y col., 2010; Lambert y col., 2013; Johnson y Corn,

2015), y lo han sido también de las muestras analizadas en este estudio. Los niveles detectados fueron bajos, si se comparan con los encontrados en estudios europeos (Vázquez y col., 2015; García y col., 2017), a excepción de los niveles de amitraz y cumafós.

Este hallazgo es muy preocupante, por los altos niveles detectados y porque la ruta de exposición por la que los compuestos químicos detectados llegan a la colmena, queda pendiente de clarificar. Una de las hipótesis que podrían explicar este hallazgo es que los apicultores obtengan estos productos procedentes de la agricultura y la ganadería, y los estén utilizando en los alrededores de las colmenas como una forma de controlar plagas comunes (como las hormigas). Esto explicaría también, que en las encuestas realizadas, ninguno indicase que realiza tratamientos en sus colmenas.

De acuerdo con Johnson (2015), la colmena actúa como un testigo de los componentes químicos del medio en que se encuentra, lo que enfatiza la necesidad de esclarecer la mencionada ruta de exposición, así como los efectos que los niveles detectados ejercen sobre la colonia y sobre las abejas a nivel individual. El comercio de cera existente entre África y Europa y la ausencia generalizada del uso de ceras estampadas (reutilizadas) hace poco probable que Ghana haya importado cera contaminada a Europa, elevando la necesidad de clarificar la ruta de contaminación de las colmenas.

Este estudio establece unos valores de partida sobre los que monitorizar la evolución de los agentes nosógenos estudiados. Los resultados obtenidos muestran que *V. destructor* está ampliamente distribuida por todo el territorio, mientras que la mayoría de los apicultores no se han percatado de su presencia, sugiriendo que en realidad esto no está suponiendo un problema de salud para sus colmenas. Son preocupantes los altos niveles de plaguicidas detectados en las muestras de cera, algunos de ellos utilizados comúnmente como varroacidas en otras partes del mundo. Es urgente esclarecer la ruta por la que estos compuestos han llegado a la colmena.

Esta información resulta valiosa tanto para apicultores como para la sociedad, pues por vez primera en un país del oeste de África subsahariana, se han examinado factores directa o indirectamente ligados con los fenómenos de pérdidas de colmenas

observados en Europa o Norteamérica. Esta información ha permitido confirmar el buen estado sanitario y la baja incidencia de las enfermedades comúnmente halladas en la zona septentrional del planeta, verificando la presencia de los mismos patógenos que los detectados en otras partes del mundo, lo que estimula a continuar estos estudios para clarificar a que se deben las diferencias observadas sobre las repercusiones sanitarias y productivas en una y otra zona del planeta.

6.3 ENSAYO PILOTO

A raíz de los resultados obtenidos en el muestreo se consideró prudente estudiar posibilidades de tratamiento frente a *Varroa destructor* que permitieran mantener colonias de abejas con porcentajes de parasitación bajos. Ante la ausencia de información sobre la aplicación de tratamientos de ninguna clase en el país se decidió realizar un ensayo piloto para evaluar la eficacia de una nueva combinación de ácidos orgánicos bajo las condiciones apícolas de Ghana. El objetivo del estudio fue investigar la eficacia del producto en ensayo para el control de *Varroa destructor* en condiciones de clima tropical. Los resultados obtenidos constituyen, por el momento, una evaluación preliminar de la eficacia. Toda la documentación de este trabajo se encuentra en el anexo XIII.

El abordaje de la lucha frente a *Varroa destructor*, como una estrategia integral de control de plagas, emerge como la alternativa más indicada en países en los que se lleva años luchando frente a la acción de este agente, especialmente tras la detección de ácaros resistentes a los compuestos de síntesis más frecuentemente empleados para su control. Este trabajo supone el primer ensayo de eficacia de un medicamento de base natural frente a *V. destructor* en un país del oeste del continente africano. Los resultados deben permitir conocer la eficacia y seguridad de este tipo de productos, dadas las condiciones propias de la apicultura de la región y el modelo de colmena empleado.

6.3.1 MATERIAL Y MÉTODOS

Justificación y diseño experimental

Justificación del diseño experimental elegido

Se decidió ensayar el producto *BeeVital HiveClean* por ser una combinación de ácidos orgánicos sin periodo de retirada y con efecto acaricida demostrado en un ensayo anterior, realizado por el mismo equipo investigador y en condiciones de clima mediterráneo. Esto ha permitido que el Comité de Productos Medicinales para Uso Veterinario (CVMP, *Committee for Medicinal Products for Veterinary Use*) de la Agencia Europea de Medicamentos (EMA, *European Medicines Agency*), le haya concedido una licencia de comercialización europea bajo el nombre de *VarroMed* (EMA, 2016).

Para demostrar la eficacia y seguridad *in vivo* de *BeeVital HiveClean* para el control de la varroosis en clima tropical, se diseñó un ensayo clínico piloto de medicamentos veterinarios de acuerdo con las normas de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). Por primera vez se ha ensayado este producto en clima tropical y sobre la sub-especie de abeja local, *Apis mellifera adansonii*, pudiéndose analizar el comportamiento del mismo bajo las condiciones apícolas reales de Ghana. El ensayo piloto se planificó en tres periodos de ensayo (ver anexo XIII):

- Un primer periodo, previo al día 0 del estudio, en el que asegurar la adecuada inclusión de los animales en el estudio (colmenas de *A. m. adansonii*), mediante la determinación de los niveles de parasitación iniciales, los recuentos de mortalidad natural de ácaros y la evaluación del vigor de las colmenas. En este periodo también se contempla la formación de los profesionales implicados.
- Un segundo periodo, en el que ensayar el producto de interés veterinario (PIV).
- Un tercer periodo, en el que realizar la aplicación de un tratamiento de seguimiento para la adecuada finalización del estudio, además de una nueva evaluación del vigor de las colmenas y de los niveles de parasitación.

La evaluación de las condiciones de investigación realizada *in situ* evidenció la necesidad de adecuar la planificación inicial del ensayo a la realidad local. El diseño experimental no tuvo que ser modificado, pero sí los periodos de ensayo. Se prescindió de la aplicación de un tratamiento de seguimiento durante el tercer periodo de ensayo. Esto se debió a la falta de un compromiso firmado, por parte de los propietarios de los animales, de no destinar para consumo humano los productos procedentes de estos (miel), como medida de seguridad tras la aplicación de dicho tratamiento.

Diseño experimental

El ensayo clínico piloto fue controlado, no ciego (por limitaciones metodológicas) y aleatorio. Se crearon dos grupos de ensayo: el grupo tratado con el PIV (*BeeVital HiveClean*) y el grupo testigo tratado con un acaricida de eficacia conocida (*Bayvarol*®, principio activo Flumetrina, Bayer®). Los doce animales finalmente incluidos en estudio (n=12) se asignaron de forma aleatoria a cada grupo de ensayo: G1, formado por doce animales (n=7) que recibieron el tratamiento T1; y G2, formado por ocho animales (n=5) que recibieron el tratamiento T2 (ver tabla 6.8).

Tabla 6.8 Descripción de los tratamientos del ensayo y del número de animales asignado a cada uno.

Producto	Principio activo	Ruta de aplicación	Dosis	Días en tratamiento	Días en observación	n° colmenas	
T1	PIV	Ác. oxálico y Ác. fórmico	Goteo sobre las abejas	Según el fabricante: 15-60 ml por colmena (3 aplicaciones con un lapso de seis días)	Día 0 a día 21	Todo el estudio	12
T2	Bayvarol®	Flumetrina	Tiras en los espacios entre cuadros	Según el fabricante: 2-4 tiras por colmena	Día 0 a día 21	Todo el estudio	8
T3	Perizin®	Cumafós	Goteo sobre las abejas	Según el fabricante: 50 ml por colmena	Día 21 a fin de estudio	Todo el estudio	Todas

Como se ha comentado anteriormente, estaba previsto que todos los animales en estudio recibieran un segundo tratamiento (T3) al final del estudio a modo de tratamiento de seguimiento. Las especificaciones sobre el periodo de retirada del mismo (ver

Tratamientos, Identificación de los tratamientos), y la ausencia de un compromiso para la retirada de los productos destinados a consumo humano por parte de los propietarios de los animales del ensayo obligó a prescindir del uso de este tratamiento.

El enmascaramiento de los procesos del ensayo es siempre deseable en todo estudio experimental. Sin embargo, debido a la falta de personal cualificado, no pudo realizarse un ensayo ciego o parcialmente ciego dado que tanto el trabajo de campo como el de laboratorio tuvieron que ser supervisados por el investigador.

Cada colmena fue considerada como una unidad experimental. Para garantizar un correcto análisis de los datos era deseable garantizar la uniformidad de los animales en estudio y una única ubicación de ensayo. La realidad de las condiciones locales de investigación obligó a la inclusión de animales en el estudio, alojados en dos tamaños de colmena distintos: una *Kenya Top Bar*, modelo *Garu* de cincuenta litros de capacidad y una *Kenya Top Bar* modelo *LH-ITFC* de cien litros de capacidad (tabla 6.8). Para poder comparar los valores de estos dos modelos, las medidas que se realizaron fueron expresadas a modo de porcentajes. La ubicación de los animales se realizó en dos asentamientos, considerados de forma independiente para la asignación a los grupos de ensayo. Quedaron constituidos de la siguiente forma: (i) asentamiento “AHPC”, formado por cinco animales (tres del G1 y dos del G2); (ii) asentamiento “Tibale”, formado por siete animales (cuatro del G1 y tres del G2).

La aleatorización de la asignación a los grupos de ensayo se hizo mediante una secuencia previamente generada por ordenador. Se utilizó el valor del vigor de las colmenas para ordenar los animales en una escala ascendente según este valor y asignar a cada animal un grupo de ensayo de acuerdo con la secuencia.

La determinación del vigor de las colmenas se realizó mediante un método de evaluación subjetivo (Bounias y col., 1994), sujeto a la valoración del investigador. De acuerdo con los estándares europeos para la investigación con *A. mellifera* (Delaplane y col., 2013), siempre es preferible emplear un método objetivo para la determinación del vigor. En este caso, el fuerte comportamiento agresivo de la sub-especie local y su baja

tendencia a permanecer en los cuadros durante la valoración impidió la aplicación de esta metodología en favor del método de Bounias (1994), que responde a la siguiente fórmula:

$$\text{Vigor de la colmena (BOUNIAS)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ cuadros cubiertos con cría}}{\text{n}^\circ \text{ cuadros cubiertos con abejas} + \text{n}^\circ \text{ cuadros cubiertos con miel}}$$

Para la determinación de los porcentajes iniciales y finales de parasitación, tanto en abejas adultas como en celdillas de cría operculadas, se siguió el procedimiento previamente descrito por Higes y col. (2009) (revisado por Garrido-Bailón y col., 2013). Para determinar los porcentajes de parasitación en cría, se desopercularon cien celdas por cada muestra y se contabilizaron los ácaros encontrados. Para determinar los porcentajes de parasitación en abejas adultas, se congeló la muestra para favorecer su manipulación y posteriormente se contabilizó tanto el número de ácaros como de abejas. Los porcentajes de parasitación en abejas adultas se calcularon como el número de ácaros encontrados frente al número total de abejas recogidas.



Fotografías 6.7 y 6.8: prueba del diseño. Ensayo para adaptar el fondo de la colmena *Kenya Top Bar* para la recogida de ácaros. Se muestra el resultado tras la colocación del diseño en el fondo de la colmena, observándose cómo no existe suficiente espacio para la ubicación del mismo, de forma que el diseño en forma de bandeja “colapsa” y pierde su funcionalidad.

Finalmente, para la monitorización de la caída de ácaros de acuerdo con lo descrito por Dietemann y col., (2013), se realizó un diseño propio para tratar de adaptar el fondo de la colmena tipo *Kenya Top Bar*, de forma que permitiese monitorizar la caída de ácaros durante el ensayo (fotografías 6.7 y 6.8). La funcionalidad del diseño quedaba supeditada

a la existencia de un espacio libre en la parte inferior del modelo *Kenya Top Bar* que permitiese la colocación del diseño. La prueba realizada *in situ* evidenció la imposibilidad de utilizarlo, obligando a eliminar del ensayo la monitorización de la caída de ácaros y, por ello, a un cálculo distinto de la eficacia del PIV.

Descripción de los animales en estudio

<i>Especie</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Sub-especie</i>	<i>Apis mellifera adansonii</i>
<i>Estado fisiológico</i>	Colmenas parasitadas por <i>Varroa destructor</i> . En la medida de lo posible, se garantizó la ausencia de otras enfermedades
<i>Estado inicial</i>	Colmenas de tipo <i>Kenya Top Bar</i> , en un estado de desarrollo ideal de, al menos, seis cuadros cubiertos de abejas en los que se observó cría en sus distintas fases de desarrollo (huevo, larva y ninfa en celda operculada)
<i>Edad</i>	No aplica. Se aseguró la presencia de reina mediante la visualización de puesta de huevos
<i>Número de animales</i>	n=12
<i>Origen de los animales</i>	Propiedad del <i>Animal Health and Production College</i> de Pong-Tamale

- Cada una de las colmenas se identificó con un número individual único dentro del asentamiento, que incluyó también el identificador del estudio (tabla 6.8). Se utilizaron identificadores indelebles convencionales.
- Todas las colonias de abejas se alojaron en colmenas de tipo *Kenya Top Bar*. El manejo de las colonias fue el mínimo imprescindible para permitir el correcto desarrollo del estudio sin interferir en el normal funcionamiento de la colonia. El acceso a fuentes de agua y alimentación estuvo garantizado.

Selección de los animales para el estudio

Para garantizar la correcta inclusión de los animales en el estudio se realizó una inspección de los animales y se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión,

hasta llegar a un total de doce (n=12) divididos: siete (n=7) animales para el grupo de ensayo G1 y cinco (n=5) animales para el grupo de ensayo G2.

Criterios de inclusión

Los siguientes criterios fueron de obligado cumplimiento para todos los animales finalmente incluidos en el estudio:

- Colonias con un historial documentado de parasitación por *Varroa destructor*.
- Colonias con un estado fisiológico y sanitario adecuado: el nivel mínimo de desarrollo de las colonias fue de seis cuadros cubiertos de abejas en los que se haya observado cría en sus distintas fases de desarrollo (huevo, larva y ninfa en celda operculada); colonias en las que no se hayan observado signos compatibles con otra enfermedad distinta a la de estudio.
- Colmenas de las que el propietario legal haya dado el consentimiento para su inclusión en el estudio.

Criterios de exclusión

Cualquier animal que hubiera cumplido uno o más de los siguientes criterios antes del inicio del estudio, no fue incluido en el mismo:

- Colonias con un estado fisiológico débil: menos de 6 cuadros cubiertos por abejas, y/o colonias en las que no sea posible evidenciar alguna de las fases de desarrollo de la cría antes mencionadas.
- Colonias con signos evidentes de cursar con otra enfermedad diferente a la enfermedad en estudio. También se descartaron colonias con la presencia de alguna de las plagas comunes de abejas.
- Colonias de las que se desconozca el historial de tratamientos previos o que estuvieran recibiendo cualquier otro tratamiento en el momento de la inclusión.

Se descartó la inclusión de dos animales durante las inspecciones: uno de ellos por una mala conformación de la colmena, y otro por la presencia del agente *Aethina tumida* (fotografías 6.9 y 6.10).



Fotografías 6.9 y 6.10: animales con alguno de los criterios de exclusión. De izquierda a derecha: (6.9) colmena con una conformación anómala que impide el manejo movilista; y (6.10) colmena sufriendo un ataque de *Aethina tumida*.

Criterios de exclusión post-inclusión

Finalmente, se determinó en qué circunstancias los animales incluidos en estudio debieron de ser retirados del mismo (criterios de exclusión post-inclusión). Durante el desarrollo del ensayo no se tuvo que excluir ningún animal dado que el investigador no determinó que se diese ninguna de las siguientes circunstancias:

- Exclusiones debidas a las condiciones de investigación: por razones de bienestar animal relacionadas con la investigación (por ejemplo, si el efecto del medicamento no fuese suficiente y ello comprometiese la supervivencia de la colonia).
- Exclusiones no debidas a las condiciones de investigación: desarrollo de otras enfermedades o muerte no debida a las condiciones del estudio.
- Exclusiones debidas a una pérdida del consentimiento legal del propietario de las colmenas.

- Exclusiones por incumplimientos del protocolo: por administración de productos no autorizados y que puedan afectar la integridad de los datos, por incorrecta administración de los tratamientos u otras desviaciones.

Tratamientos

Identificación de los tratamientos del ensayo

I. T1

<i>Nombre comercial</i>	BeeVital HiveClean (VarroMed®)
<i>Ingrediente activo</i>	Ácido oxálico y ácido fórmico
<i>Composición</i>	Cada quince mililitros de producto final contienen: Ingrediente activo: ácido oxálico 660,0 mg Ingrediente activo: ácido fórmico 75,8 mg Excipientes: ácido cítrico, solución de propóleo, aceite de anís estrellado, aceite de limón, sacarosa, E 150d y agua purificada
<i>Forma farmacéutica</i>	Suspensión
<i>Presentación</i>	Botella de 555ml
<i>Fabricante</i>	Labor L+S AG, Mangelsfeld 4, 97708. Bad Bocklet-Großenbrach. Alemania
<i>Lote</i>	132313
<i>Fecha de caducidad</i>	03-2017
<i>Precauciones de uso</i>	De acuerdo con las especificaciones del fabricante
<i>Periodo de retirada</i>	0 días
<i>Dosis y justificación</i>	15 a 60 ml en función del tamaño de la colonia de abejas (todos los espacios entre cuadros deben recibir medicamento). Mínimo de tres aplicaciones con un lapso de seis días entre ellas
<i>Posología</i>	Goteo sobre las abejas entre los cuadros ocupados por las mismas
<i>Precauciones de uso</i>	Agitar bien antes de usar para homogeneizar la suspensión

II. T2

<i>Nombre comercial</i>	Bayvarol®
<i>Ingrediente activo</i>	Flumetrina
<i>Composición</i>	1 tira de 6,61 g contiene 4,0 mg de flumetrina

<i>Forma farmacéutica</i>	Tiras para colmena
<i>Presentación</i>	Paquetes de 5x4 tiras con 6,61 g por tira
<i>Fabricante</i>	Bayer Vital GmbH (Bayer Animal Health GmbH)
<i>Lote</i>	KP08US4
<i>Fecha de caducidad</i>	02-2018
<i>Precauciones de uso</i>	De acuerdo con las especificaciones del fabricante
<i>Periodo de retirada</i>	0 días
<i>Dosis y justificación</i>	De acuerdo con las especificaciones el fabricante, 2-4 tiras por colmena en función del número de abejas
<i>Posología</i>	2-4 tiras por colmena en función del número de abejas colocadas en los cuadros con cría operculada
<i>Precauciones de uso</i>	De acuerdo con las especificaciones del fabricante

III. T3

<i>Nombre comercial</i>	Perizin® 32 mg/ml
<i>Ingrediente activo</i>	Cumafós
<i>Composición</i>	Cada mililitro de producto contiene: <p style="text-align: center;">Ingrediente activo: cumafós 32 mg Excipientes: fenol polioxietilato, nonoxinol10, C₁₀-C₁₃ isómeros, 2-(2-metoxipropoxi)-1-propanol</p>
<i>Forma farmacéutica</i>	Solución líquida 3,2%
<i>Presentación</i>	Botella de cristal opaco con 10 ml de solución
<i>Fabricante</i>	Bayer Vital GmbH
<i>Lote</i>	KP09BV8
<i>Fecha de caducidad</i>	01-2019
<i>Precauciones de uso</i>	De acuerdo con las especificaciones del fabricante
<i>Periodo de retirada</i>	El periodo de retirada entre la aplicación del producto y el inicio del aprovechamiento de los productos de la colmena es de 6 semanas (42 días). Toda la miel obtenida por la colmena en ese periodo (así como el resto de productos obtenidos para consumo humano) deben ser desechados y no destinarse ni a consumo humano ni a su consumo por abejas
<i>Dosis y justificación</i>	De acuerdo con las especificaciones el fabricante, 2-4 tiras por colmena en función del número de abejas
<i>Posología</i>	Goteo (10-50 ml por colmena) en los espacios cubiertos por abejas
<i>Precauciones de uso</i>	De acuerdo con las especificaciones del fabricante

Identificación de los tratamientos concomitantes permitidos y no permitidos

El uso de productos adicionales a los estrictamente indicados en el punto anterior no fue permitido, a menos que su empleo se hubiera realizado para garantizar el bienestar de los animales incluidos en el estudio y bajo prescripción veterinaria. En este sentido, por razones éticas y de bienestar se permitió el uso del tratamiento T2 en cualquier animal de cualquier grupo, siempre bajo prescripción veterinaria y con consentimiento del investigador. Esta aplicación no fue necesaria, si bien, debido a que el empleo de cualquier sustancia ajena a las declaradas en el protocolo puede interferir en los resultados obtenidos, toda intervención en este sentido hubiera quedado documentada.

Cronograma de procedimientos

El cronograma de procedimientos inicialmente previsto tuvo que ser modificado *in situ* por las malas condiciones climáticas (principalmente a razón de las lluvias caídas durante el tiempo de trabajo). El periodo de inspección inicial de los animales, para la toma de muestra y la toma de decisión sobre la inclusión de los mismos en el estudio, se prolongó en el tiempo. Esto motivó la elaboración de un nuevo calendario de trabajo en el que se contempló, a modo de previsión, la posible aplicación del tratamiento T3 a pesar de las dudas existentes sobre la seguridad de su uso (finalmente, tal y como ya se ha comentado, se descartó su aplicación).

SEMANA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	S	DOMINGO
24-30/8							INICIO Detalles apiarío
31-06/9	Tomar muestra Vigor de colmenas Inclusión/Exclusión Contar ácaros	Tomar muestra Vigor de colmenas Inclusión/Exclusión Contar ácaros	Tomar muestra Vigor de colmenas Inclusión/Exclusión Contar ácaros	Primer tratamiento	Salud general		
07-13/9			Cambio trampas Segundo tratamiento		Salud general		
14-20/9		Cambio trampas Tercer tratamiento			Salud general		
21-27/9	Tratamiento seguimiento* Tomar muestra Vigor de colmenas Contar ácaros				Salud general Tomar muestra Contar ácaros FINAL		

*No se llevó a cabo ante la posibilidad de que no se respetasen las indicaciones de seguridad del T3 sobre los productos destinados a consumo humano.

Destino de los animales del estudio, de sus productos y de los tratamientos empleados

A la finalización del estudio las colmenas permanecieron en el centro investigador de acuerdo con las condiciones de propiedad de las mismas. Dadas las particularidades de la ganadería apícola no se realizó ninguna acción específica post-ensayo. No hubo animales retirados del estudio de acuerdo con los criterios post-inclusión establecidos con anterioridad, por lo que no hubo necesidad de trasladarlos a un emplazamiento distinto al del ensayo para evitar interferencias en los resultados. Tampoco hubo animales muertos durante el periodo de ensayo, no siendo necesario retirarlos de acuerdo con las pautas de buen manejo apícola (desechando los restos de la colmena y garantizando una adecuada limpieza y desinfección del material apícola). Los tratamientos retirados se desecharon de acuerdo con las normas de eliminación de medicamentos veterinarios.

A pesar de la recomendación de no destinar para consumo humano los productos obtenidos durante el periodo de estudio, y a pesar del compromiso por parte de los propietarios de los animales de desechar estos productos, se garantizó la seguridad de los posibles consumidores al utilizar medicamentos con un periodo de retirada de cero días.

Acontecimientos adversos

Durante el periodo de ensayo no se produjeron eventos que debieran ser clasificados como acontecimientos adversos. De acuerdo con las normas de ensayo de medicamentos veterinarios, cualquier observación en los animales que sea desfavorable o no intencionada, y que ocurra tras en uso del PIV o del producto testigo, sea o no debida al uso de dicho producto, tenía que ser considerada como acontecimiento adverso (AA). En el caso de que existiera la sospecha de que el AA fuese debido al uso de cualquiera de los medicamentos empleados, dicha reacción sería clasificada como una sospecha de reacción adversa debida al medicamento, y ser tratada de acuerdo con las normas de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). De acuerdo con esas normas, el AA es severo si resulta en muerte de la colonia, compromiso de su vida, o si resulta en una persistente incapacidad para el desarrollo normal de la colonia. Estos AA no fueron considerados sobre el animal individual (la abeja) sino sobre el animal

productivo (la colonia), quien constituye la unidad experimental del ensayo. Todos estos acontecimientos hubieran quedado convenientemente registrados.

Estadística

Para asegurar la comparabilidad de los dos grupos de estudio (G1, grupo tratado con T1 y T3 frente a G2, grupo tratado con T2 y T3) se realizó una prueba de *t-student* para asegurar que las medias de los grupos no difieren de forma significativa. Dado que los animales se ubicaron en dos localizaciones de ensayo, cada una de ellas se consideró de forma independiente para este ensayo estadístico, incluyendo solo los datos de los animales ubicados en cada una de ellas.

La imposibilidad de realizar una valoración de la eficacia en base al criterio de reducción en la caída de ácaros (%) por colmena, obligó a aplicar un nuevo criterio: reducción del porcentaje de parasitación (%) observado en abejas adultas y en cría. El criterio ideal para valorar la eficacia de un producto es la reducción en la caída de ácaros (%) por colmena (Dietemann y col., 2013). Fue imposible realizar un recuento de caída de ácaros durante y después del tratamiento con el PIV, utilizando el tratamiento de seguimiento (T3, producto de eficacia conocida >95%) a tal efecto.

La eficacia del grupo de ensayo tratado con el PIV se comparó con la eficacia del grupo testigo utilizando una prueba W de Mann-Whitney (test de Wilcoxon) para comparar las medianas. Mediante un test de correlación de Spearman se analizaron los valores de eficacia obtenidos con las variaciones observadas en la composición de la colmena (n° cuadros de cría, n° cuadros de abejas y n° cuadros de miel).

6.3.2 RESULTADOS

Los procedimientos previstos antes del día 0 permitieron la adecuada inclusión de los animales (colmenas) en el estudio. De acuerdo con las especificaciones aprobadas en el protocolo del ensayo, se realizó una inspección general de las colmenas para garantizar

el adecuado estado sanitario y fisiológico de las mismas, acompañado de un análisis de su vigor y de los niveles de parasitación en abejas adultas y en celdas de cría. La inspección general determinó que el número final de animales incluidos fuese de doce ($n=12$), ubicados en dos localizaciones: (i) el asentamiento *AHPC*, situado dentro de los terrenos del *Animal Health and Production College*; y (ii) el asentamiento *Tibale*, situado en una pequeña comunidad a 5 km de distancia del AHPC (tabla 6.9).

Tabla 6.9 Colmenas incluidas en el estudio. *ID colmena* hace referencia al identificador propio de la colmena, mientras que *N° colmena* hace referencia al identificador dentro del estudio. Los dos modelos de colmena incluidos en el estudio (*Garu*, *LH ITFC*), se diferencian en la capacidad en litros (L) del contenedor.

Localización	ID colmena	N° colmena	N° Top Bars	Modelo de colmena	Capacidad (L)
AHPC	Bv01	1	25	Garu	50
	Bv02	2	30	LH ITFC	100
	Bv03	3	30	LH ITFC	100
	LH127	4	30	LH ITFC	100
	Bv06	5	25	Garu	50
TIBALE	LH113	6	30	LH ITFC	100
	LH222	7	30	LH ITFC	100
	Bv09	8	30	LH ITFC	100
	Bv10	9	30	LH ITFC	100
	Bv11-03	10	30	LH ITFC	100
	Bv12-01	11	30	LH ITFC	100
	Bv13-04	12	30	LH ITFC	100

Los resultados de la evaluación del vigor a día 0, se utilizaron para la asignación del grupo de investigación (G1, en el que se ensaya el tratamiento T1, o G2, en el que se ensaya el tratamiento T2). Para ello, se ordenaron los animales de menor a mayor vigor (valor Bounias), y se asignaron a cada grupo de ensayo de acuerdo con la siguiente secuencia generada de forma aleatoria: T1 - T2 - T2 - T1 - T1 - T2 - T1 (tabla 6.10). El estudio del vigor se repitió a día 18 (tabla 6.11).

La evaluación de los niveles de parasitación en abejas adultas y en celdillas de cría, a día 0 y a día 18, permitió garantizar la adecuada inclusión de los animales en el estudio, y realizar el cálculo de la eficacia de los tratamientos (tabla 6.10 y 6.11). En el caso de los valores de parasitación en cría, para asegurar la comparabilidad de los datos de obtenidos

es importante diferenciar el tipo de cría analizado (zángano u obrera), dado que los valores de parasitación en cría de zángano son, generalmente, muy superiores a los de cría de obrera y no comparables entre sí.

Tabla 6.10 Evaluación del vigor y de los niveles de parasitación de las colmenas a día 0.

Día 0	Nº colmena	Bounias	Orden	Grupo (T)	% varroa en abejas	Tipo de cría*	% varroa en cría
AHPC	1	0,08	5	G1 (T1)	3,2	Z	92
	2	0,30	1	G1 (T1)	4,6	O	0
	3	0,10	4	G1 (T1)	1,1	O	1
	4	0,20	2	G2 (T2)	11,7	Z	53
	5	0,19	3	G2 (T2)	2,8	Z	12
TIBALE	6	0,37	7	G1 (T1)	2,6	Z	82
	7	0,28	6	G2 (T2)	0	Z	36
	8	0,20	2	G2 (T2)	9	Z	82
	9	0,13	1	G1 (T1)	2,8	Z	56
	10	0,25	5	G1 (T1)	2,6	O	4
	11	0,22	3	G2 (T2)	0,5	Z	37
	12	0,25	4	G1 (T1)	4	Z	93

*Z hace referencia a la evaluación de la parasitación en cría de zángano y O a la evaluación en cría de obrera.

Tabla 6.11 Evaluación del vigor y de los niveles de parasitación de las colmenas a día 18.

Día 18	Nº colmena	Bounias	Orden	Grupo (T)	% varroa en abejas	Tipo de cría*	% varroa en cría
AHPC	1	0,13	5	G1 (T1)	0	O	0
	2	0,16	1	G1 (T1)	0	O	1
	3	0,15	4	G1 (T1)	0	O	0
	4	0,19	2	G2 (T2)	0	O	0
	5	0,13	3	G2 (T2)	0	Z	0
TIBALE	6	0,26	7	G1 (T1)	1,4	Z	8
	7	0,15	6	G2 (T2)	0	O	1
	8	0,12	2	G2 (T2)	0	O	1
	9	0,14	1	G1 (T1)	2,7	Z	4
	10	0,29	5	G1 (T1)	2,6	Z	35
	11	0,20	3	G2 (T2)	0	Z	0
	12	0,26	4	G1 (T1)	2	O	0

*Z hace referencia a la evaluación de la parasitación en cría de zángano y O a la evaluación en cría de obrera.

Durante el periodo de ensayo, se aplicaron los tratamientos de acuerdo con las especificaciones del fabricante, reflejadas en el protocolo. La dosis de T1 (BeeVital HiveClean) se sitúa en el rango de 15 a 60 ml y es dependiente del número de cuadros ocupados por abejas. Esta dosis ha sido ensayada en colmenas de tipo Langstroth, cuyo volumen (42,5L) es parecido al de las colmenas Bv01 (colmena 1) y Bv06 (colmena 5) (50L). Para el resto de colmenas, cuyo volumen es muy superior (100L), se aumentó la dosis hasta 75 ml para garantizar una adecuada aplicación del producto (tabla 6.12). En el caso del tratamiento T2 (Bayvarol®), en todos los casos se aplicaron cuatro tiras del producto. El día 18, día previsto para la aplicación del T3, y ante la falta de garantías de la adecuada retirada de los productos de consumo humano (miel), producidos por los animales en ensayo tras la aplicación del tratamiento T3, se decidió no aplicar dicho tratamiento.

Tabla 6.12 Descripción de los tratamientos aplicados durante el periodo de ensayo clínico del PIV.

	Nº colmena	Grupo (T)	Intención	Tratamiento Día 0 (ml)	Tratamiento 2 Día 6 (ml)	Tratamiento 3 Día 12 (ml)
AHPC	1	G1 (T1)	30 ml	45	45	45
	2	G1 (T1)	45 ml	45	45	45
	3	G1 (T1)	30 ml	45	45	45
	4	G2 (T2)	4 tiras			
	5	G2 (T2)	4 tiras			
TIBALE	6	G1 (T1)	60 ml	60	75	75
	7	G2 (T2)	4 tiras			
	8	G2 (T2)	4 tiras			
	9	G1 (T1)	60 ml	60	75	75
	10	G1 (T1)	45 ml	60	60	60
	11	G2 (T2)	4 tiras			
	12	G1 (T1)	60 ml	60	60	75

El cálculo de la eficacia de los tratamientos T1 y T2, se hizo como el porcentaje de reducción de la parasitación observada entre los días 0 y 18 del ensayo. Este valor, se analizó de forma independiente para cada grupo de ensayo (G1-T1 y G2-T2) y para las parasitaciones observadas tanto en abejas adultas como en cría (figura 6.15 y 6.16). El análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos para cada grupo de ensayo se presenta en forma de tabla (tabla 6.13)

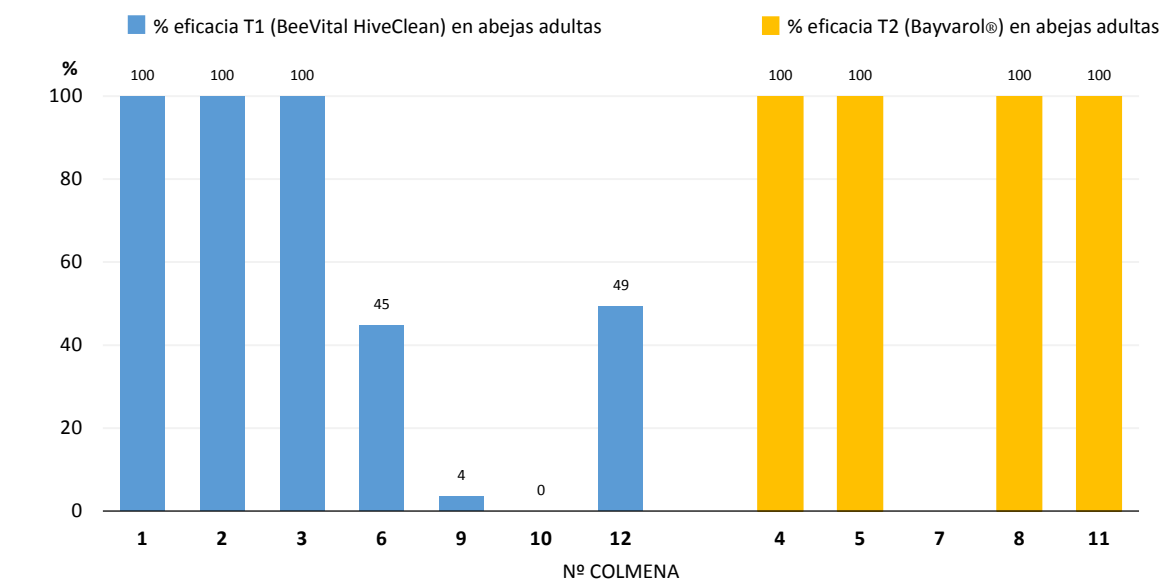


Figura 6.15 Porcentajes de eficacia en abejas adultas, agrupados por tratamiento: T1 (columnas en azul) y T2 (columnas en amarillo). Para cada colmena en ensayo se calcula un valor de eficacia individual. En la colmena nº7, no es posible calcular un valor de eficacia al haberse obtenido un porcentaje de parasitación inicial igual a cero (0).

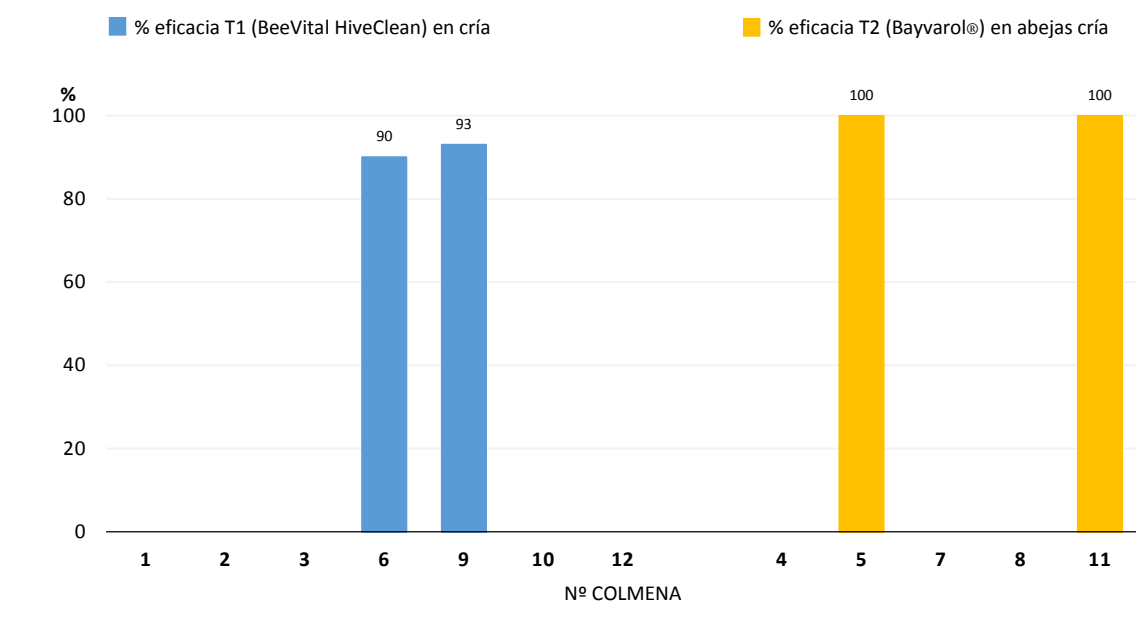


Figura 6.16 Porcentajes de eficacia en cría, agrupados por tratamiento: T1 (columnas en azul) y T2 (columnas en amarillo). Para cada colmena en ensayo se calcula un valor de eficacia individual. Solo se presentan los valores de colmenas cuyas muestras de cría son comparables (porcentajes de parasitación a día 0 y 18 obtenidos en el mismo tipo de celdas y con parasitaciones significativas).

Tabla 6.13 Resumen de la estadística descriptiva para los valores de eficacia de los tratamientos (T1 y T2) en abejas adultas.

	Grupo 1 (T1)	Grupo 2 (T2)
Recuento de valores	7	4
Promedio	56,8	100
Desviación estándar	44,5	0
Coefficiente de variación	78%	0%
Valor mínimo	0	100
Valor máximo	100	100
Mediana	49,4	100

El análisis del valor de eficacia de los tratamientos T1 y T2 en abejas adultas, se hizo mediante la prueba W de Mann-Whitney (test de Wilcoxon) para la comparación de las medianas de dos grupos cuya distribución no se puede asimilar a una normal. En este análisis, la hipótesis nula (H0) defiende la igualdad entre medianas y que no existen diferencias en la eficacia de ambos tratamientos. Con un nivel de confianza del 95%, se obtiene un valor del estadístico $w = 6,0$ (p -valor = 0,1007), por lo que no se rechaza la H0 para un valor $\alpha = 0,05$. El resultado del análisis estadístico contrasta con el análisis visual de los datos (figura 6.15). A simple vista, la impresión que ofrece la visualización de las eficacias obtenidas para el G1 (T1) frente a las obtenidas para el G2 (T2), es diferente. En el primer grupo, en tres de los animales en estudio se obtuvo una eficacia del 100%, mientras que en otros cuatro, la eficacia obtenida nunca superó el 50%. En el segundo grupo, los tratamientos siempre fueron eficaces al 100%.

Para tratar de dar una explicación a las eficacias obtenidas en las colmenas n°6 (eficacia = 45%), n°9 (eficacia = 4%), n°10 (eficacia = 0%) y n°12 (eficacia = 49%), se analizó la evolución de la estructura de cada una de las colmenas (n° de cuadros ocupados por cría, n° de cuadros ocupados por abejas y n° de cuadros ocupados por miel), durante el tiempo de ensayo. Estos valores, medidos para el cálculo del vigor a día 0 y a día 18 del ensayo, se transformaron a un porcentaje de ocupación de la colmena (para evitar sesgos por los distintos tamaños de caja empleados), y se han graficado como un porcentaje de variación entre los valores medidos en ambos momentos del ensayo (n° cuadros de abejas/cría/miel a día 18 menos el n° de cuadros abejas/cría/miel a día 0) (figura 6.17).

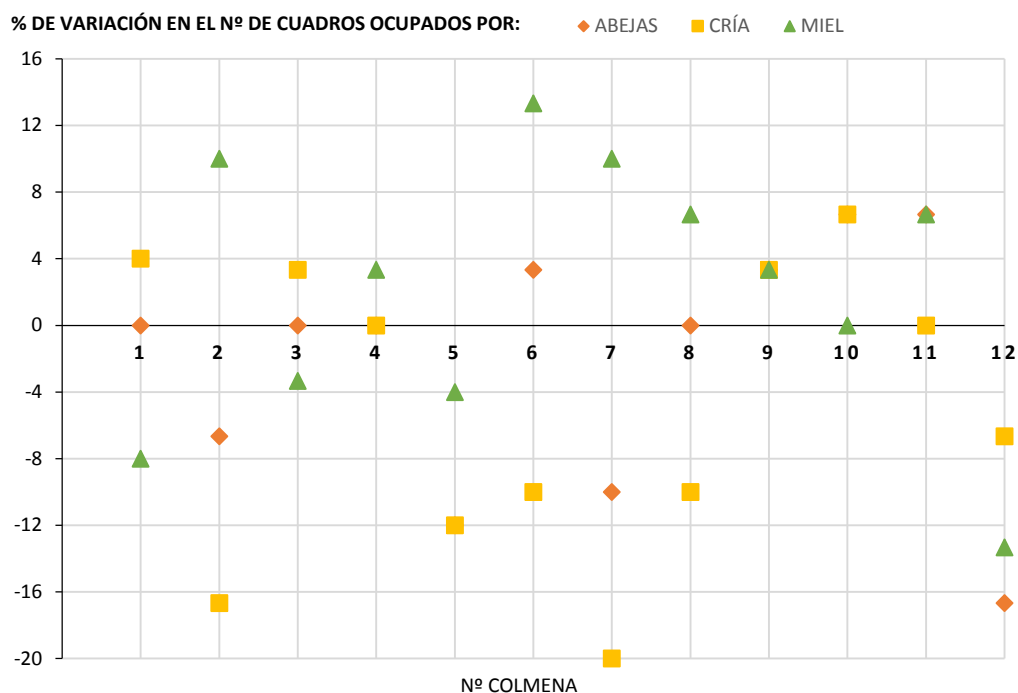


Figura 6.17 Porcentajes de variación durante el ensayo, del número de cuadros de abejas (rombo naranja), cría (cuadrado amarillo) y miel (triángulo verde). Los valores son individuales para cada una de las colmenas (identificadas por su número), y se obtienen de los datos brutos para el cálculo del valor Bounias.

Sin desmerecer el impacto que la variación en la composición de la colmena pueda tener sobre el resultado de eficacia obtenido, el análisis de la evolución de la composición de estas cuatro colmenas, comparado con la evolución del resto de colmenas en el estudio, no aporta información para el análisis. La prueba de correlación de Spearman no pudo correlacionar los valores de eficacia con las variaciones observadas en el número de cuadros de cría (p-valor = 0,6), abejas (p-valor = 0,9), ni miel (p-valor = 0,5), para un valor $\alpha = 0,05$. Tampoco se observan diferencias significativas entre los niveles de parasitación inicial de estas colmenas frente al resto (p-valor = 1 para un valor $\alpha = 0,05$).

El único elemento diferenciador que tienen en común las colmenas señaladas frente a las demás es su ubicación. Todas ellas se encontraron ubicadas en el asentamiento de Tibale. Se realizó un segundo análisis estadístico de la eficacia obtenida, agrupando los valores en función de su ubicación (colmenas 1 a 5 ubicadas en AHPC, colmenas 6 a 12 ubicadas en Tibale). Se hizo de nuevo una prueba W de Mann-Whitney (test de Wilcoxon) para la comparación de las medianas de estos dos nuevos grupos

(mediana AHPC = 100; mediana Tibale = 44,85). De nuevo, la hipótesis nula (H_0) defiende la igualdad entre medianas, y que por tanto, no existen diferencias entre la eficacia entre ambos tratamientos. Con un nivel de confianza del 95%, y un valor- $p = 0,048$, se rechaza la H_0 para un valor $\alpha = 0,05$. Esto quiere decir que existen diferencias significativas entre los valores de eficacia obtenidos en ambos asentamientos.

Es importante señalar que, en ambos análisis estadísticos, el bajo número de muestras del estudio (justificado porque se trata de un ensayo piloto), invita a interpretar todos los resultados obtenidos con cautela y responsabilidad.

En el caso de los valores de eficacia obtenidos en cría, la biología de las colmenas fue caprichosa con el ensayo. En el día 0 del mismo, se tomó muestra de cría de zángano en todas las colmenas excepto en las colmenas nº 2, nº 3 y nº 10 (tabla 6.10). Los valores de parasitación en esta casta son altos, y ofrecen una robustez suficiente para que el análisis estadístico de la eficacia, en base a la reducción del porcentaje de parasitación entre dos mediciones, sea significativo. Sin embargo, el día 18 solo fue posible obtener cría de zángano en cuatro colmenas: nº 5, nº 6, nº 9 y nº 11 (tabla 6.11, figura 6.16).

Los valores individuales de eficacia en estas cuatro colmenas son similares y superiores al 90%. Además, la representatividad es adecuada, dado que dos de ellas pertenecen al grupo G1 y otras dos al grupo G2, y mientras que una de ellas (nº 5) se sitúa en el emplazamiento AHPC, las otras tres se sitúan en Tibale. En cualquier caso, a pesar de que estos resultados son buenos a nivel individual, el número global de muestras resulta insuficiente para que la realización de cualquier prueba estadística tenga un mínimo de significación.

6.3.3 DISCUSIÓN

Entre los haberes de la investigación científica para el control de *Varroa destructor*, se encuentra el estudio de la eficacia de un amplio abanico de moléculas sintéticas de distintas familias, accesibles en muchos países bajo distintos nombres (Checkmite[®],

Asuntol[®], Perizin[®], Apistan[®], Klartan[®], Mavrik[®], Bayvarol[®]), además del de otros productos de base natural (ácido fórmico, ácido oxálico, ácido láctico y timol) utilizados en distintas formulaciones. Sin embargo, entre los deberes sigue estando el desarrollo de otras moléculas capaces de lograr la eliminación total del agente, a falta de las cuales, sigue siendo necesario el desarrollo de estrategias eficaces de control, que integren distintas moléculas y acciones para garantizar un adecuado desarrollo fisiológico y productivo de las colmenas. Este tipo de estrategias se cimientan sobre los principios del control integral de plagas, trasladados a la lucha frente a *Varroa*, mediante el uso combinado de productos de síntesis, productos de base natural y medidas de manejo técnico o biológico en función de los niveles de infestación detectados en cada momento (Rosenkranz y col., 2010).

La existencia de poblaciones de ácaros resistentes a la acción de las principales moléculas de síntesis (Milani 1995, 1999; Spreafico y col., 2001), y la constante detección de rutas novedosas mediante las cuales los ácaros adquieren esta resistencia (González-Cabrera y col., 2013; Strachecka y col., 2015), apremia a la puesta a punto de este tipo de actuaciones.

El tratamiento que se ha ensayado es un ejemplo de una nueva combinación de moléculas de eficacia demostrada. En este caso es una mezcla de dos ácidos orgánicos (ácido láctico y ácido oxálico), en una combinación y forma de presentación novedosa, que aporta ventajas a nivel de la estabilidad de la mezcla (dos años de duración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante) y de la vía de administración (por goteo sobre las abejas).

El resultado del ensayo piloto, junto con el análisis estadístico y el p-valor obtenido, muestran que la eficacia del tratamiento ensayado (BeeVital HiveClean) no presenta diferencias significativas respecto de la eficacia obtenida para el tratamiento control (Bayvarol[®]). Sin embargo, dado que el número de animales incluidos en el ensayo es relativamente bajo, este buen resultado debe servir para afirmar que este tratamiento es un buen candidato para la realización de un nuevo ensayo no piloto, que cuente con un número de animales suficiente para garantizar una adecuada robustez del estudio estadístico. Este producto ha sido ensayado previamente en un estudio a nivel europeo

(Howis y Nowakowski, 2009), y ha sido aprobado como medicamento veterinario frente a la varroosis.

La menor eficacia global obtenida por el tratamiento T1 en ensayo (BeeVital HiveClean) frente a la molécula de síntesis no es sorprendente. En ensayos clínicos previos, en los que se enfrentan moléculas de base natural a moléculas de síntesis, se observa una mejor eficacia de las segundas (Calderone, 1999; Imdorf y col., 1999; Floris y col., 2004). También resulta común que, en ensayos de eficacia en campo, se observen diferencias en el comportamiento individual de las colmenas, o por su distinta localización (Gracia y col., 2017).

A nivel individual, la variabilidad suele estar relacionada con el comportamiento del conjunto de los individuos que componen la colmena. Tras la administración del acaricida (ya sea en forma de tira de acción tópica, mediante otras aplicaciones tópicas como el goteo sobre las abejas, o por sublimación), es necesario que el principio activo se reparta adecuadamente por toda la colmena y llegue a toda la población, para lo que es imprescindible que el comportamiento de la colmena no esté alterado. Cualquier razón que afecte al normal comportamiento de estas, afecta la efectividad de los tratamientos frente a *Varroa* (Botías y col., 2012; Semkiw y col., 2013). Entre otros, las condiciones climáticas externas, sobre todo la temperatura y las lluvias, son factores que afectan notablemente el comportamiento de la colmena (Calderone, 1999; Bacandritsos y col., 2007). En este sentido, la vía de administración también puede ser responsable de variaciones en la efectividad, pues algunas de ellas son más sensibles a este tipo de cambios que otras (Al Naggari y col., 2015).

Los resultados obtenidos con el tratamiento T1 invitan a adelantar que alguna de estas observaciones pueda haber ocurrido. Esta afirmación se confirma tras la evaluación de los resultados por localización. De nuevo, existen ensayos de eficacia en los que se apunta a que estas diferencias son comunes (Ferrer-Dufol y col., 1995; Semkiw y col., 2013; Gracia y col., 2017). Algunas de las diferencias entre ambos asentamientos parecen haber afectado al desarrollo del ensayo. Sin embargo, con la información recogida durante el mismo no es posible determinar el grado en que estas diferencias han interferido en la eficacia del tratamiento T1, dado que el T2 no se ha visto afectado.

El asentamiento en Tibale se encuentra próximo a una zona habitada y situado en una pequeña zona boscosa; por el contrario, el asentamiento en el AHPC está en una zona de sabana. A nivel ambiental, mientras que el asentamiento en el AHPC está más sujeto a las condiciones ambientales por estar situado en una zona abierta, es posible que el asentamiento en Tibale conserve una mayor humedad ambiental y una menor temperatura, por encontrarse resguardado en esa pequeña zona boscosa. Además, la ubicación de las colmenas es distinta en el AHPC y en Tibale. Mientras que en el primer caso, las colmenas se encuentran ubicadas de forma independiente debajo de árboles, en Tibale se encuentran próximas unas a otras, en forma casi de apiario convencional, lo que favorece los procesos de deriva y pillaje entre colmenas. Sin embargo, durante las inspecciones semanales de salud general, no se observó ningún comportamiento extraño en las colmenas. Finalmente, la interferencia de los seres humanos no es descartable en ninguno de los dos asentamientos, pero es más probable (aunque no demostrable) en el caso de Tibale, dado que la comunidad se encuentran muy próxima a este emplazamiento.

Otra de las hipótesis que pudieran explicar las diferentes eficacias obtenidas, es el grado de parasitación inicial de las colmenas. Algunos trabajos demuestran que, a partir de un nivel determinado de parasitación, la eficacia de los medicamentos frente a *Varroa* se ve reducida (Calderone, 2000; Mattila y Otis, 2000). En este estudio, no se observan diferencias significativas entre los niveles de parasitación inicial de estas colmenas frente al resto.

El análisis de los datos de eficacia en cría de abejas permite extraer una serie de recomendaciones metodológicas. Cuando, debido a las condiciones del lugar de ensayo, no es posible seguir las recomendaciones de Dietemann y col. (2013), el análisis de los porcentajes de parasitación en cría puede invalidar el estudio. Preferentemente, estos valores deben determinarse en cría de zángano, puesto que las parasitaciones son muy superiores y permiten una mayor robustez del estudio estadístico. En este sentido, se debe tener en cuenta la biología de la colmena, que puede determinar que en el momento del segundo muestreo no exista este tipo de cría, invalidando el estudio. Por ello, el análisis de los niveles de parasitación en cría debe ser un valor complementario al estudio en abejas adultas; y éste un método de segunda elección frente a la monitorización de la caída de ácaros.

El valor de eficacia obtenido para el tratamiento BeeVital HiveClean dista mucho del valor obtenido en estudios realizados en Europa (Howis y Nowakowski, 2009). La eficacia obtenida en estos trabajos supera el 90%, pero debe tenerse en cuenta que las condiciones de ensayo distan mucho de las condiciones de Ghana, tanto a nivel de la sub-especie de abeja ensayada (*A. m. carnica*, perteneciente al linaje M), las condiciones climáticas (clima continental), el modelo de colmena (Langstroth), o la metodología del ensayo (Dietemann y col., 2013). Recientemente, Rodríguez-Dehaibes y col. (2017) han ensayado este mismo producto en México, en unas condiciones climáticas parecidas a las de Ghana (clima tropical). La eficacia media obtenida es muy inferior a la de este estudio y a la obtenida por Howis y Nowakowski (2009), y se sitúa por debajo del 20% (19,7%). En este caso, las diferencias con este trabajo excluyen únicamente las condiciones climáticas del ensayo.

Estas diferencias observadas, tanto las encontradas en el propio ensayo, como las que se observan comparadas con otros ensayos clínicos en otras localizaciones, no hacen sino afianzar la idea de que se hace necesario apostar por la realización de un nuevo ensayo clínico, no piloto, que cuente con un número de animales suficiente para garantizar una adecuada robustez del estudio estadístico, y que a nivel metodológico pueda ser comparado con otros trabajos de otras regiones del mundo.

Este ensayo clínico es, hasta la fecha, el primero que se lleva a cabo en la región del oeste africano, utilizando un modelo de colmena *Kenya Top Bar* y un producto de aplicación por goteo. Los resultados del ensayo permiten afirmar que este medicamento puede resultar eficaz para el control de *Varroa* si fuese necesario, por ejemplo, para otro tipo de ensayos *in vivo*. De igual modo, del proceso del ensayo se extraen algunas recomendaciones metodológicas que sientan las bases para futuros trabajos.

CONCLUSIONES

Primera

La apicultura movilista, practicada como una ganadería en el norte de Ghana, permite mejorar el nivel de ingreso económico de forma sostenida en el tiempo. Mediante el empleo de colmenas *Kenya Top Bar* es posible asegurar la permanencia de las colonias a lo largo de los años, a pesar de las malas condiciones ambientales de la zona norte del país y la tendencia a enjambrar de la sub-especie de abeja local.

Segunda

El aprovechamiento de las oportunidades laborales y de ingreso económico que la ganadería apícola permite generar depende de que puedan superarse algunos frenos culturales. En Ghana, la propiedad comunitaria de las colmenas ha limitado el desarrollo de iniciativas emprendedoras individuales. Se ha demostrado que, cuando este efecto de comunidad no ejerce presión sobre los individuos, son capaces de diversificar las fuentes de ingreso, como ha ocurrido con el aprovechamiento de la carpintería o con la instalación de la empresa de envasado de agua.

Tercera

Las limitaciones de recursos tanto físicos como documentales pueden ser fácilmente subsanables y tienen un impacto inmediato en la calidad de la docencia impartida y en las competencias adquiridas por los alumnos, en este caso relacionadas con la zootecnia y la sanidad apícola. El cambio del currículum docente hacia una mayor presencia de actividades formativas prácticas permite que se genere un mayor interés por parte de los alumnos, y la apicultura permite una aproximación al método científico que puede ser aprovechada para promover la investigación y el desarrollo educativo.

Cuarta

La situación sanitaria de la cabaña apícola en Ghana es buena, aun cuando se ha detectado la presencia de numerosos agentes potencialmente patógenos. *Varroa destructor* se encuentra ampliamente distribuida por todo el territorio de Ghana, con una prevalencia elevada y unos niveles de parasitación muy altos de acuerdo con los estándares europeos. En la inspección de las colmenas no se han detectado signos clínicos de ninguna enfermedad. La ausencia de signos clínicos, unido a la información aportada por los apicultores, sugiere que los patógenos detectados no suponen un problema para la salud de las colmenas en Ghana, aun cuando el posible origen sanitario de la enjambrazón no reproductiva invite a verificar dicha causalidad.

Quinta

La presencia de plaguicidas en las muestras de cera, así como los niveles detectados de algunos de ellos, urge a esclarecer la ruta por la que estos agentes químicos llegan hasta la colmena, siendo necesario investigar si estos niveles están provocando daños en las poblaciones de abejas melíferas y/o de otros polinizadores locales.

Sexta

Los resultados obtenidos con el producto *BeeVital Hive Clean* son suficientes para afirmar que su uso resulta adecuado para el control de *Varroa destructor* en Ghana. Resulta imprescindible adaptar las condiciones europeas de ensayos clínicos de medicamentos veterinarios a la realidad apícola local. La participación de profesores y estudiantes ghaneses en la realización de este estudio ha permitido un contacto directo de los mismos con el método científico y el enfoque veterinario necesario para la realización de este tipo de ensayos, promoviendo el interés por la investigación científica en el ámbito de la sanidad apícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Adjare S.** The golden insect. University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. **1984.**
- Aebi A,** Vaissière BE, vanEngelsdorp D, Delaplane KS, Roubik DW, Neumann P. Back to the future: Apis versus non-Apis pollination—a response to Ollerton et al. *Trends in Ecology Evolution.* **2012**; 27: 142-143.
- African** Development Bank, African Development Found. Country Strategy Paper 2012-2016, Republic of Ghana. Country Operations Department. **2012.**
- Agencia** Española de Cooperación Internacional al Desarrollo. Memoria AECID 2013. Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación. **2013.**
- Aizen** MA, Harder LD. The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology.* **2009**; 19: 915-918.
- Aizen** MA, Garibaldi LA, Cunningham SA, Klein AM. Long-Term Global Trends in Crop Yield and Production Reveal No Current Pollination Shortage but Increasing Pollinator Dependency. *Current Biology.* **2008**; 18: 1572-1575.
- Aizen** MA, Garibaldi LA, Cunningham SA, Klein AM. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany.* **2009**; 103: 1579-1588.
- Akangaamkun** AD, Agbenorhevi M, Okudzeto C. The honey industry in Ghana: an overview. Stichting Nederlandse Vrijwilligers (SNV). **2010.**
- Akinwande** KL, Badejo MA, Ogbogu SS. Challenges associated with the honey bee (*Apis mellifera adansonii*) colonies establishment in southwestern Nigeria. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development.* **2013**; 13: 7467-7484.
- Alburaki** M, Moulin S, Legout H, Alburaki A, Garnery L. Mitochondrial structure of Eastern honeybee populations from Syria, Lebanon and Iraq. *Apidologie.* **2011**; 42: 628.
- Alburaki** M, Bertrand B, Legout H, Moulin S, Alburaki A, Sheppard WS, Garnery L. A fifth major genetic group among honeybees revealed in Syria. *BMC Genetics.* **2013**; 14: 117.
- Allsopp** M. Cape honeybee (*Apis mellifera capensis* Eshscholtz) and varroa mite (*Varroa destructor* Anderson & Trueman) threats to honeybees and beekeeping in Africa. *International Journal of Tropical Insect Science.* **2004**; 24: 87-94.
- Allsopp** M. Analysis of *Varroa destructor* infestation of southern African honeybee populations. Dissertation of Master of Science, University of Pretoria, Pretoria. **2006.**
- Allsopp** M, Govan V, Davison S. Bee health report: *Varroa* in South Africa. *Bee World* **1997**; 87: 171-174.
- Allsopp** MH, Lange WJ de, Veldtman R. Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement. *PLoS ONE.* **2008**; 3(9): e3128.

- Al Naggar** Y, Codling G, Vogt A, Naiem E, Mona M, Seif A, Giesy JP. Organophosphorus insecticides in honey, pollen and bees (*Apis mellifera* L.) and their potential hazard to bee colonies in Egypt. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **2015**; 114: 1-8.
- Amakpe** F, Smet LD, Brunain M, Ravoet J, Jacobs FJ, Reybroeck W, Sinsin B, Graaf DC de. Discovery of Lake Sinai virus and an unusual strain of acute bee paralysis virus in West African apiaries. *Apidologie*. **2016**; 47: 35-47.
- Amdam** GV, Hartfelder K, Norberg K, Hagen A, Omholt SW. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): A factor in colony loss during overwintering? *Journal of Economic Entomology*. **2004**; 97: 741-747.
- Anderson** DL, Fuchs S. Two genetically distinct populations of *Varroa jacobsoni* with contrasting reproductive abilities on *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*. **1998**; 37: 69-78.
- Anderson** DL, Trueman JW. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*. **2000**; 4: 165-189.
- Anderson** DL, Morgan MJ. Genetic and morphological variation of bee-parasitic *Tropilaelaps* mites (Acari: Laelapidae): new and re-defined species. *Experimental and Applied Acarology*. **2007**; 43: 1-24.
- Antúnez** K, Harriet J, Gende L, Maggi M, Eguaras M, Zunino P. Efficacy of natural propolis extract in the control of American Foulbrood. *Veterinary Microbiology* **2008**; 131: 324-331.
- Antúnez** K, Martín-Hernández R, Prieto L, Meana A, Zunino P, Higes M. Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environmental Microbiology*. **2009**; 11: 2284-2290.
- Arena** M, Sgolastra F. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. *Ecotoxicology*. **2014**; 23: 324-334.
- Arias** MC, Sheppard WS. Molecular Phylogenetics of Honey Bee Subspecies (*Apis mellifera* L.) Inferred from Mitochondrial DNA Sequence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **1996**; 5: 557-566.
- Arias** MC, Sheppard WS. Corrigendum to “Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **2005**; 37: 25-35.
- Aronstein** KA, Murray KD. Chalkbrood disease in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2010**; 103: S20-S29.
- Aryeetey** E, Kanbur R. Ghana's Economy at Half Century: An Overview of Stability, Growth and Poverty. ResearchGate. Working Paper 2006-04. Cornell University, Ithaca, New York. **2006**.
- Aufauvre** J, Misme-Aucouturier B, Viguès B, Texier C, Delbac F, Blot N. Transcriptome analyses of the honeybee response to *Nosema ceranae* and insecticides. *PLoS ONE* 2014; 9(3): e91686.
- Bacandritsos** N, Papanastasiou I, Saitanis C, Nanetti A, Roinioti E. Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for varroosis control in *Apis mellifera*: Influence of meteorological conditions and presence of brood. *Veterinary Parasitology*. **2007**; 148: 174-178.
- Bailey** L, Collins MD. Reclassification of “*Streptococcus pluton*” (White) in a new genus *Melissococcus*, as *Melissococcus pluton* nom. rev.; comb. nov. *Journal of Applied Bacteriology*. **1982**; 53: 215-217.

- Bailey** L, Ball BV. Honey bee pathology. Academic Press, London. **1991**.
- Beetsma** J, Boot WJ, Calis J. Invasion behaviour of *Varroa jacobsoni* Oud.: from bees into brood cells. *Apidologie*. **1999**; 30: 125-140.
- Bekele** AZ, Mor SK, Phelps NBD, Goyal SM, Armien AG. A case report of *Nosema ceranae* infection in honey bees in Minnesota, USA. *Veterinary Quarterly*. **2015**; 35: 48-50.
- Belloy** L, Imdorf A, Fries I, Forsgren E, Berthoud H, Kuhn R, Charrière JD. Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honey bees collected from apiaries and colonies with and without symptoms of European foulbrood. *Apidologie*. **2007**; 38: 136-140.
- Bernal** J, Garrido-Bailón E, Nozal MJ del, González-Porto AV, Martín-Hernández R, Diego JC, Jiménez JJ, Bernal, JL, Higes M. Overview of Pesticide Residues in Stored Pollen and Their Potential Effect on Bee Colony (*Apis mellifera*) Losses in Spain. *Journal of Economic Entomology*. **2010**; 103: 1964-1971.
- Bernal** J, Martín-Hernández R, Diego JC, Nozal MJ del, González-Porto AV, Bernal JL, Higes M. An exposure study to assess the potential impact of fipronil in treated sunflower seeds on honey bee colony losses in Spain. *Pest Management Science*. **2011**; 67: 1320-1331.
- Betti** MI, Wahl LM, Zamir M. Effects of infection on honey bee population dynamics: A model. *PLoS ONE*. 2014; 9(10): e110237.
- Boecking** O, Genersch E. Varroosis - the Ongoing Crisis in Bee Keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. **2008**; 3: 221-228.
- Boonsai** P, Phuwapraisirisan P, Chanchao C. Antibacterial activity of a cardanol from thai *Apis mellifera* propolis. *International Journal of Medical Sciences*. **2014**; 11: 327-336.
- Boot** W, Calis J, Beetsma J. Invasion of *varroa* mites into honeybee brood cells; when do brood cells attract *varroa* mites? In: *Proceedings experimental and applied entomology*, NEV. Amsterdam. **1991**; pp 154-156.
- Botías** C, Martín-Hernández R, Barrios L, Garrido-Bailón E, Nanetti A, Meana A, Higes M. *Nosema* spp. parasitization decreases the effectiveness of acaricide strips (Apivar®) in treating varroosis of honey bee (*Apis mellifera iberiensis*) colonies. *Environmental Microbiology Reports*. **2012**; 4: 57-65.
- Botías** C, Martín-Hernández R, Barrios L, Meana A, Higes M. *Nosema* spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level. *Veterinary Research*. **2013**; 44: 25.
- Bounias** M, André JF, Popeskovic D. *Varroa jacobsoni* control by feeding honey bees with organic cupric salts. *Bee Sci*. **1994**; 3: 111-119.
- Bowen-Walker** PL, Gunn A. The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. **2001**; 101: 207-217.
- Bradbear** N. World distribution of major honeybee diseases and pests. *Bee World*. **1988**; 69: 15-39.
- Bradbear** N, Fisher E, Jackson H. Strengthening livelihoods. Exploring the role of Beekeeping in Development. *Bees for Development*. Monmouth, United Kingdom. **2002**.
- British Standards Institution**. Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and cleanup by dispersive SPE. QuEChERS-method for Foods of plant origin (CEN n° 15662:2008). **2008**.

- Brodschneider** R, Gray A, Zee R van der, Adjlane N, Brusbardis V, Charrière JD, Chlebo R, Coffey MF, Crailsheim K, Dahle B, *et al.* Preliminary analysis of loss rates of honey bee colonies during winter 2015/16 from the COLOSS survey. *Journal of Apicultural Research*. **2016**; 5: 375-378.
- Brown** MA, Thompson HM, Bew MH. Risks to UK beekeeping from the parasitic mite *Tropilaelaps clareae* and the small hive beetle, *Aethina tumida*. *Bee World*. **2002**; 83: 151-164.
- Büchler** R, Drescher W. Variance and heritability of the capped developmental stage in European *Apis mellifera* L. and its correlation with increased *Varroa jacobsoni* Oud. infestation. *Journal of Apicultural Research*. **1990**; 29:172-176.
- Budge** GE, Barrett B, Jones B, Pietravalle S, Marris G, Chantawannakul P, Thwaites R, Hall J, Cuthbertson AGS, Brown MA. The occurrence of *Melissococcus plutonius* in healthy colonies of *Apis mellifera* and the efficacy of European foulbrood control measures. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2010**; 105: 164-170.
- Burkle** LA, Marlin JC, Knight TM. Plant-Pollinator Interactions over 120 Years: Loss of Species, Co-Occurrence, and Function. *Science*. **2013**; 339: 1611-1615.
- Calderón** RA, Zamora LG, Veen JW, Quesada MV. A comparison of the reproductive ability of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in worker and drone brood of Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Experimental and Applied Acarology*. **2007**; 43: 25-32.
- Calderón** RA, Veen JW van, Sommeijer MJ, Sánchez LA. Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Experimental and Applied Acarology*. **2010**; 50: 281-297.
- Calderón** RA, Chaves G, Sánchez LA, Calderon R. Observation of *Varroa destructor* behaviour in capped worker brood of Africanized honey bees. *Experimental and Applied Acarology*. **2012**; 58: 279-290.
- Calderone** NW. (1999) Evaluation of formic acid and a thymol-based blend of natural products for the fall control of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. **1999**; 92: 253-260.
- Calderone** NW. (2000) Effective fall treatment of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) with a new formulation of formic acid in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the northeastern United States. *Journal of Economic Entomology*. **2000**; 93: 1065-1075.
- Camazine** S. Differential reproduction of *Varroa jacobsoni*, on Africanized and European honeybees. *Annals of the Entomology Society of America*. **1986**; 79: 801-803.
- Cameron** SA, Lozier JD, Strange JP, Koch JB, Cordes N, Solter LF, Griswold TL. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. **2011**; 108: 662-667.
- Cepero** A, Ravoet J, Gómez-Moracho T, Bernal JL, Nozal MJ del, Bartolomé C, Maside X, Meana A, González-Porto AV, Graaf DC de, Martín-Hernández R, Higes M. Holistic screening of collapsing honey bee colonies in Spain: a case study. *BMC Research Notes*. **2014**; 7: 649.
- Chambers**, R. Rural development: putting the last first. Longman, London, UK. **1983**.
- Chambers** R, Conway GR. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. Discussion paper 269. Institute of development Studies, Brighton, UK. **1992**.
- Chauzat** MP, Cauquil L, Roy L, Franco S, Hendriks P, Ribière-Chabert M. Demographics of the European Apicultural Industry. *PLoS ONE*. **2013**; 8(11): e79018.

- Chauzat** MP, Jacques A, EPILOBEE C, Laurent M, Bougeard S, Hendrikx P, Ribière-Chabert M. Risk indicators affecting honeybee colony survival in Europe: one year of surveillance. *Apidologie*. **2016**; 47: 348-378.
- Chemurot** M, Akol AM, Masembe C, Smet L de, Descamps T, Graaf DC de. Factors influencing the prevalence and infestation levels of *Varroa destructor* in honeybee colonies in two highland agro-ecological zones of Uganda. *Experimental and Applied Acarology*. **2016**; 68: 497-508.
- Chemurot** M, Brunain M, Akol AM, Descamps T, Graaf DC de. First detection of *Paenibacillus larvae* the causative agent of American Foulbrood in a Ugandan honeybee colony. *SpringerPlus*. **2016**; 5(1): 1090.
- Chen** YP, Siede R. Honey Bee Viruses. *Advances in Virus Research*. **2007**; 70: 33-80.
- Chen** Y, Evans JD, Smith IB, Pettis JS. *Nosema ceranae* is a long-present and widespread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2008**; 97(2):186-8.
- Colin** ME. La varroase. *Revue scientifique de L'Office International des Epizooties*. **1982**; 1(4): 1177-1189.
- Conte** YL, Navajas M. Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. *OIE Revue Scientifique et Technique*. **2008**; 27: 485-510.
- Core** A, Runckel C, Ivers J, Quock C, Siapno T, DeNault S, Brown B, DeRisi J, Smith CD, Hafernik J. A New Threat to Honey Bees, the Parasitic Phorid Fly *Apocephalus borealis*. *PLoS ONE*. **2012**; 7(1): e29639.
- Cornelissen** B, Paraíso A, van Hoof R. Bee diseases new to sub-Saharan Africa found in Benin. *International Beekeeping Congress, Apimondia, Buenos Aires, Argentina*. **2011**.
- Cornman** RS, Tarpy DR, Chen Y, Jeffreys L, Lopez D, Pettis JS, vanEngelsdorp D, Evans JD. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS ONE*. 2012; 7(8): e43562.
- Crailsheim** K, Brodschneider R, Neumann P. The coloss puzzle: filling in the gaps. In: *Proceedings of the 4th COLOSS Conference, 3-4 March. Zagreb, Croatia*. **2009**; p. 46-47.
- Crane** E. *The Archaeology of Beekeeping*. Duckworth, London. **1983**.
- Crane** E. *Bees and beekeeping: science, practice and world resources*. Heinemann Newnes, Oxford. **1990**.
- Crane** E. *The world history of beekeeping and honey hunting*. Duckworth, London. **1999**.
- Crane** E. *The rock art of honey hunters*. International Bee Research Association. IBRA, Cardiff, UK. **2001**.
- Cuthbertson** AGS, Wakefield ME, Powell ME, Marris G, Anderson H, Budge GE, Mathers JJ, Blackburn LF, Brown MA. The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures. *Current Zoology*. **2013**; 59: 644-653.
- Dainat** B, Evans JD, Chen YP, Gauthier L, Neumann P. Predictive markers of honey bee colony collapse. *PLoS ONE* **2012**; 7(2): e32151.
- Dams** LR. Spanish rock-art depicting honey-gathering during the Mesolithic. *Nature*. **1977**; 268(5617): 288-230.
- Dams** LR. Bees and honey-hunting scenes in the Mesolithic rock art of eastern Spain. *Bee World*. **1978**; 59(2): 45-53.

- De Jong D**, Soares AEE. An isolated population of Italian bees that has survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years. *American Bee Journal*. **1997**; 137(10): 742-745.
- De Jong D**, De Jong PH, Gonçalves LS. Weight Loss and Other Damage to Developing Worker Honeybees from Infestation with *Varroa Jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*. **1982**; 21: 165-167.
- De Jong D**, Gonçalves LS, Morse RA. Dependence on climate of the virulence of *Varroa Jacobsoni*. *Bee World*. **1984**; 65: 117-121.
- De Graaf DC**, De Vos P, Heyndrickx M, Van Trappen S, Peiren N, Jacobs FJ. Identification of *Paenibacillus larvae* to the subspecies level: An obstacle for AFB diagnosis. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2006**; 91: 115-123.
- De Graaf DC**, Alippi AM, Antúnez K, Aronstein KA, Budge G, De Koker D, De Smet L, Dingman DW, Evans JD, Foster LJ, *et al.* Standard methods for American foulbrood research. *Journal of Apicultural Research*. **2013**; 52.
- De la Rúa P**, Serrano J, Galián J. Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (*Apis mellifera* L.). *Molecular Ecology*. **1998**; 7: 1543-1547.
- De la Rúa P**, Jaffe R, Dall'Olio R, Munoz I, Serrano J. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*. **2009**; 40: 263-284.
- Del Cacho E**, Mart, JI, Josa A, Quílez J, Sánchez-Acedo C. Effect of *Varroa jacobsoni* parasitization in the glycoprotein expression on *Apis mellifera* spermatozoa. *Apidologie*. **1996**; 27: 87-92.
- Delaplane KS**, Hood WM. Effects of delayed acaricide treatment in honey bee colonies parasitized by *Varroa jacobsoni* and a lateseason treatment threshold for the southeastern USA. *Journal of Apicultural Research*. **1997**; 36: 125-132.
- Delaplane KS**, Van Der Steen J, Guzman-Novoa E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*. **2013**; 52.
- Delfinado MD**, Baker EW. *Tropilaelaps*, a new genus of mites from the Philippines (Laelapidae [s. lat.]: Acarina). *Zoology*. **1961**; 44: 53-56.
- Dietemann V**, Pirk CWW, Crewe R. Is there a need for conservation of honeybees in Africa? *Apidologie*. **2009**; 40: 285-295.
- Dietemann V**, Pflugfelder J, Anderson D, Charrière JD, Chejanovsky N, Dainat B, De Miranda J, Delaplane K, Dillier FX, Fuch S, *et al.* *Varroa destructor*: Research avenues towards sustainable control. *Journal of Apicultural Research*. **2012**; 51: 125-132.
- Dietemann V**, Nazzi F, Martin SJ, Anderson DL, Locke B, Delaplane KS, Wauquiez Q, Tannahill C, Frey E, Ziegelmann B, *et al.* Standard methods for *varroa* research. *Journal of Apicultural Research*. **2013**; 52.
- Dively GP**, Embrey MS, Kamel A, Hawthorne DJ, Pettis JS. Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. *PLoS ONE*. **2015**; 10(3): e0118748.
- Donze D**. Behavioural attributes of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* during its reproductive phase in the capped brood of the honey bee *Apis mellifera*. These Doctorat, Université de Neuchatel, France. **1995**.
- Donze G**, Guerin PM. Behavioral attributes and parental care of *Varroa* mites parasitizing honeybee brood. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. **1994**; 34: 305-319.

- Donze** G, Hermann M, Bachofen B, Guerin PM. Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive success of the honeybee parasite *Varroa jacobsoni*. *Ecological Entomology*. **1996**; 21: 17-26.
- Duay** P, De Jong D, Engels W. Decreased flight performance and sperm production in drones of the honeybee (*Apis mellifera*) slightly infested by *Varroa destructor* mites during pupal development. *Genetics and Molecular Research*. **2002**; 1: 227-232.
- Du Rand** EE, Smit S, Beukes M, Apostolides Z, Pirk CWW, Nicolson SW. Detoxification mechanisms of honey bees (*Apis mellifera*) resulting in tolerance of dietary nicotine. *Science Reports*. **2015**; 5: 11779.
- Ebeling** J, Knispel H, Hertlein G, Fünfhaus A, Genersch E. Biology of *Paenibacillus larvae*, a deadly pathogen of honey bee larvae. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **2016**; 100: 7387-7395.
- Eilers** EJ, Kremen C, Greenleaf SS, Garber AK, Klein AM. Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply. *PLoS One*. **2011**; 6(6): e21363.
- Eiri** DM, Suwannapong G, Endler M, Nieh JC. *Nosema ceranae* Can Infect Honey Bee Larvae and Reduces Subsequent Adult Longevity. *PLoS ONE*. **2015**; 10(5): e0126330.
- Ellis** JD, Munn PA. The worldwide health status of honey bees. *Bee World*. **2005**; 86: 88-101.
- EMA** European Medicines Agency. Summary of opinion on VarroMed (initial authorisation), EMA/CVMP/618897/2016. **2016** (última revisión enero 2017). Disponible en: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Summary_of_opinion_-_Initial_authorisation/veterinary/002723/WC500213917.pdf
- Emsen** B, Guzman-Novoa E, Hamiduzzaman MM, Eccles L, Lacey B, Ruiz-Pérez RA, Nasr M. Higher prevalence and levels of *Nosema ceranae* than *Nosema apis* infections in Canadian honey bee colonies. *Parasitology Research*. **2015**; 1: 175-181.
- Engel** MS. Fossil honey bees and evolution in the genus *Apis* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*. **1998**; 29: 265-281.
- Faostat**. Comparador de datos de la FAO. **2017** (última revisión enero 2017). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Fazier** M, Muli E, Conklin T, Schmehl D, Torto B, Frazier J, Tumlinson J, Evans JD, Raina S. A scientific note on *Varroa destructor* found in East Africa; threat or opportunity? *Apidologie*. **2010**; 41: 463-465.
- Ferrer-Dufol** M, Moreno-Manera C, Martínez-Viñuales AI, Sánchez-Acedo C, Gracia-Salinas MJ. Field trials of treatments against *Varroa jacobsoni* using fluvalinate and flumethrin strips in honey bee colonies containing sealed brood. *Journal of Apicultural Research*. **1995**; 34: 147-152.
- Floris** I, Satta A, Cabras P, Garau VL, Angioni A. Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: Effectiveness, persistence, and residues. *Journal of Economic Entomology*. **2004**; 97: 187-191.
- Fondo** Monetario Internacional. Regional economic outlook at Sub-Saharan Africa. International Monetary Fund, Washington DC. **2011**.
- Fondo** Monetario Internacional. Ghana: Poverty Reduction Strategy Paper (Country Report No. 12/204). International Monetary Fund, Washington DC. **2012**.
- Fontbonne** R, Garnery L, Vidau C, Aufauvre J, Texier C, Tchamitchian S, Alaoui HE, Brunet JL, Delbac F, Biron DG. Comparative susceptibility of three Western honeybee taxa to the

- microsporidian parasite *Nosema ceranae*. Infection, Genetics and Evolution. **2013**; 17: 188-194.
- Forsgren E**. European foulbrood in honey bees. Journal of Invertebrate Pathology. **2010**; 103: S5-S9.
- Forsgren E**, Fries I. Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees. Veterinary Parasitology. 2010; 170: 212-217.
- Forsgren E**, Budge GE, Charrière JD, Hornitzky MAZ. Standard methods for European foulbrood research. Journal of Apicultural Research. 2013; 52.
- Forup ML**, Memmott J. The relationship between the abundances of bumblebees and honeybees in a native habitat. Ecological Entomology. **2005**; 30: 47-57.
- Francis RM**, Kryger P. Single assay detection of Acute Bee Paralysis Virus, Kashmir Bee Virus. Journal of Apicultural Science. **2012**; 56: 137-146.
- Francis RM**, Nielsen SL, Kryger P. Varroa-Virus Interaction in Collapsing Honey Bee Colonies. PLoS One. **2013**; 8(3): e57540.
- Francis RM**, Amiri E, Meixner MD, Kryger P, Gajda A, Andonov S, Uzunov A, Topolska G, Charistos L, Costa C, *et al*. Effect of genotype and environment on parasite and pathogen levels in one apiary -A case study. Journal of Apicultural Research. **2014**; 53: 230-232.
- Franck P**, Garnery L, Solignac M, Cornuet JM. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. Apidologie. **2000**; 31: 167-180.
- Franck P**, Garnery L, Loiseau A, Oldroyd BP, Hepburn HR, Solignac M, Cornuet JM. Genetic diversity of the honeybee in Africa: Microsatellite and mitochondrial data. Heredity. **2001**; 86: 420-430.
- Fries I**. Infectivity and multiplication of *Nosema Apis* Z. in the ventriculus of the honey bee. Apidologie. **1988**; 19: 319-328.
- Fries, I**. *Nosema ceranae* in European honey bees (*Apis mellifera*). Journal of Invertebrate Pathology. **2010**; 103: S73-S79.
- Fries I**, Raina S. American Foulbrood and African Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). Journal of Economic Entomology. **2003**; 96: 1641-1646.
- Fries I**, Feng F, Da Silva A, Slemenda SB, Pieniazek NJ. *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). European Journal of Protistology. **1996**; 32: 356-365.
- Gallai N**, Salles JM, Settele J, Vaissière BE. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics. **2009**; 68: 810-821.
- García D**. Ghana, Comisión Española de Ayuda al Refugiado. Comisión Española de Ayuda al Refugiado. **2014**.
- García MDG**, Uclés S, Fernández ABL, Sosa A, Fernández-Alba AR. Multiresidue method for trace pesticide analysis in honeybee wax comb by GC-QqQ-MS. Talanta. **2017**; 163: 54-64.
- Garibaldi LA**, Carvalheiro LG, Vaissière BE, Gemmill-Herren B, Hipólito J, Freitas BM, Ngo HT, Azzu N, Sáez A, Aström J, *et al*. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. Science. **2016**; 351: 388-391.
- Garibaldi LA**, Steffan-Dewenter I, Kremen C, Morales JM, Bommarco R, Cunningham SA, Carvalheiro LG, Chacoff NP, Dudenhöffer JH, Greenleaf SS, *et al*. Stability of pollination

- services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*. **2011**; 14: 1062-1072.
- Garnery L**, Cornuet JM, Solignac M. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. *Molecular Ecology*. **1992**; 1: 145-154.
- Garnery L**, Solignac M, Celebrano G, Cornuet JM. A simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. *Experientia*. **1993**; 49: 1016-1021.
- Garrido-Bailón E**, Higes M, Martínez-Salvador A, Antúnez K, Botías C, Meana A, Prieto L, Martín-Hernández R. The prevalence of the honeybee brood pathogens *Ascosphaera apis*, *Paenibacillus larvae* and *Melissococcus plutonius* in Spanish apiaries determined with a new multiplex PCR assay. *Microbial Biotechnology*. **2013**; 6: 731-739.
- Gebremedhh H**, Tesfay Z, Murutse G, Estifanos A. Seasonal Honeybee forage availability, swarming, absconding and honey harvesting in debrekidan and begasheka watersheds of Tigray, Northern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. **2013**; 25(4).
- Genersch E**. *Paenibacillus larvae* and American Foulbrood - long since known and still surprising. *Journal Für Verbraucherschutz Lebensmittelsicherheit*. **2008**; 3: 429-434.
- Genersch E**. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **2010a**; 87: 87-97.
- Genersch E**. American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2010b**; 103: S10-S19.
- Genersch E**, Forsgren E, Pentikäinen J, Ashiralieva A, Rauch S, Kilwinski J, Fries I. Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2006; 56: 501-511.
- Ghana** Statistical Services. Census 2010. Government of Ghana. **2012**.
- Ghana** Statistical Services. National Analytical Report. Government of Ghana. **2013**.
- Ghana** Statistical Services. Ghana Poverty Mapping Report. Government of Ghana. **2015**.
- Giersch T**, Berg T, Galea F, Hornitzky M. *Nosema ceranae* infects honey bees (*Apis mellifera*) and contaminates honey in Australia. *Apidologie*. **2009**; 40(2):117-23.
- Gisder S**, Genersch E. Identification of candidate agents active against *N. ceranae* infection in honey bees: Establishment of a medium throughput screening assay based on *N. ceranae* infected cultured cells. *PLoS ONE*. **2015**; 10(2): e0117200.
- Gisder S**, Genersch E. Special Issue: Honey Bee Viruses. *Viruses*. **2015**; 7: 5603-5608.
- Goblirsch M**, Huang ZY, Spivak M. Physiological and Behavioral Changes in Honey Bees (*Apis mellifera*) Induced by *Nosema ceranae* Infection. *PLoS ONE*. **2013**; 8(3): e58165.
- Gómez-Moracho T**, Bartolomé C, Bello X, Martín-Hernández R, Higes M, Maside X. Recent worldwide expansion of *Nosema ceranae* (Microsporidia) in *Apis mellifera* populations inferred from multilocus patterns of genetic variation. *Infection, Genetics and Evolution*. **2015**; 31: 87-94.
- González-Cabrera J**, Davies TGE, Field LM, Kennedy PJ, Williamson MS. An Amino Acid Substitution (L925V) Associated with Resistance to Pyrethroids in *Varroa destructor*. *PLoS ONE*. **2013**; 8(12): e82941.

- Goulson D.** Effects of Introduced Bees on Native Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. **2003**; 34: 1-26.
- Goulson D, Sparrow KR.** Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size. *Journal of Insect Conservation*. **2009**; 13: 177-181.
- Goulson D, Kleijn D.** REVIEW: An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology*. **2013**; 50: 977-987.
- Goulson D, Nicholls E, Botias C, Rotheray EL.** Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Scienceexpress*. **2015**; 347: 1255957.
- Gracia MJ, Moreno C, Ferrer M, Sanz A, Peribáñez MÁ, Estrada R.** Field efficacy of acaricides against *Varroa destructor*. *PLoS ONE*. **2017**; 12(2): e0171633.
- Grobov OF.** La varroase de l'abeille mellifère. *Apiacta*. **1976**; 11: 145-148.
- Gutierrez, D.** (2009) Honey bee collapse strikes Japan, up to fifty percent of honey bees gone. *Natural News*. **2009**. (última revision abril 2009). Disponible en: http://www.naturalnews.com/026151_Japan_honeybees_honey.html
- Haddad N, Bataeneh A, Alababa I, Obeid D, Abdulrahman S.** Status of colony losses in the Middle East. In: *Proceedings of the 41st Apimondia Congress, Mointpellier, France*. **2009**; p.36.
- Han F, Wallberg A, Webster MT.** From where did the western honeybee (*Apis mellifera*) originate? *Ecology and Evolution*. **2012**; 2: 1949-1957.
- Hansen H, Brødsgaard CJ.** American foulbrood: A review of its biology, diagnosis and control. *Bee World*. **1999**; 80: 5-23.
- Hansson A.** SIDA programme for planning, building, equipping and implementing a unit for extraction and refining of honey and wax in Guinea-Bissau. HIFAB International AB, Stockholm, Sweden. **1977**.
- Heath LAF.** Occurrence and distribution of chalk brood disease of honeybees. *Bee World*. **1985**; 66: 9-15.
- Hepburn HR, Radloff SE.** *Honeybees of Africa*. Springer, Berlin. **1998**.
- Hernández-López J, Crockett S, Kunert O, Hammer E, Schuehly W, Bauer R, Crailsheim K, Riessberger-Gallé U.** In vitro growth inhibition by *Hypericum* extracts and isolated pure compounds of *Paenibacillus larvae*, a lethal disease affecting honeybees worldwide. *Chemical Biodiversity*. 2014; 11(5):695-708.
- Heyndrickx M, Vandemeulebroecke K, Hoste B, Janssen P, Kersters K, De Vos P, Logan NA, Ali N, Berkeley RCW.** Reclassification of *Paenibacillus* (formerly *Bacillus*) *pulvifaciens* (Nakamura 1984) Ash *et al.* 1994, a later subjective synonym of *Paenibacillus* (formerly *Bacillus*) *larvae* (White 1906) Ash *et al.* 1994, as a subspecies of *P. larvae*, with emended descriptions of *P. larvae* as *P. larvae* subsp. *larvae* and *P. larvae* subsp. *pulvifaciens*. *International Journal of Systematic Bacteriology*. **1996**; 46: 270-279.
- Higes M, Martín R, Meana A.** *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2006**; 92: 93-95.
- Higes M, García-Palencia P, Martín-Hernández R, Meana A.** Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Journal of Invertebrate Pathology*. **2007**; 94: 211-217.
- Higes M, Martín-Hernández R, Botías C, Bailón EG, González-Porto AV, Barrios L, del Nozal MJ, Bernal JL, Jiménez JJ, Palencia PG, Meana A.** How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environ. Microbiol.* **2008**; 10: 2659-2669.

- Higes M**, Martín-Hernández R, Garrido-Bailón E, Botías C, Meana A. The presence of *Nosema ceranae* (Microsporidia) in North African honey bees (*Apis mellifera intermissa*). Journal of Apicultural Research. **2009a**; 48: 217-219.
- Higes M**, Martín-Hernández R, Garrido-Bailón E, González-Porto AV, García-Palencia P, Meana A, Del Nozal MJ, Mayo R, Bernal JL. Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. Environmental Microbiology Reports. **2009b**; 1: 110-113.
- Higes M**, Meana A, Bartolomé C, Botías C, Martín-Hernández R. *Nosema ceranae* (Microsporidia), a controversial 21st century honey bee pathogen. Environmental Microbiology Reports. **2013**; 5: 17-29.
- Howis M**, Nowakowski P. *Varroa destructor* removal efficiency using BeeVital Hive Clean preparation. J. Apic. Sci. **2009**; 53: 15-20.
- Human H**, Pirk CWW, Crewe RM, Dietemann V. The honeybee disease American Foulbrood an African perspective. African Entomology. **2011**; 19: 551-557.
- Human H**, Archer CR, Du Rand EE, Pirk CWW, Nicolson SW. Resistance of developing honeybee larvae during chronic exposure to dietary nicotine. Journal of Insect Physiology. **2014**; 69: 74-79.
- Hussein MH**. Beekeeping in Africa. Apicta. **2001a**; 1: 32-38.
- Hussein MH**. Beekeeping in Africa: II - Central, southern African countries and islands. Proceedings of the 37th International Apiculture Congress. **2001b**.
- Imdorf A**, Bogdanov S, Ochoa RI, Calderone NW. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. Apidologie. **1999**; 30: 209-228.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa**. PISA 2012: Informe internacional. Boletín de Educación nº 22, Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España. **2013**.
- Islam R**. The Nexus of Economic Growth, Employment and Poverty Reduction: An Empirical Analysis. Discussion Paper nº 14. International Labour Office, Geneva. **2004**.
- Johnson RM**. Honey Bee Toxicology. Annual Review of Entomology. **2015**; 60: 415-434.
- Johnson RM**, Corn ML. Bee health: The role of pesticides; in: Bee Health: Background, Issues, and the Role of Pesticides. **2015**; pp: 47-106.
- Johnson RM**, Ellis MD, Mullin CA, Frazier M. Pesticides and honey bee toxicity - USA. Apidologie. **2010**; 41: 312-331.
- Johnson RM**, Pollock HS, Berenbaum MR. Synergistic Interactions Between In-Hive Miticides in *Apis mellifera*. Journal of Economic Entomology. **2014**; 102: 474-479.
- Kajobe R**, Roubik DW. Honey-making bee colony abundance and predation by apes and humans in a Uganda forest reserve. Biotropica. **2006**; 38: 210-218.
- Khoury DS**, Myerscough MR, Barron AB. A Quantitative Model of Honey Bee Colony Population Dynamics. PLoS One. **2011**; 6(4): e18491.
- Khoury DS**, Barron AB, Myerscough MR. Modelling Food and Population Dynamics in Honey Bee Colonies. PLoS One. **2013**; 8(5): e59084.
- Kilani M**. Nosemosis. In: Colin ME, Ball BV, Kilani M. Bee Disease Diagnosis, Options Méditerranéennes. CIEHAM Publications nº25, Zaragoza. **1999**; pp.9-24.
- Klee J**, Besana AM, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, Tam DQ, Chinh TX, Puerta F, Ruz JM, Kryger P, et al. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent

- pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2007**; 96(1):1-10.
- Klein** AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences*. **2007**; 274: 303-313.
- Knight** TM, Steets JA, Vamosi JC, Mazer SJ, Burd M, Campbell DR, Dudash MR, Johnston MO, Mitchell RJ, Ashman TL. Pollen Limitation of Plant Reproduction: Pattern and Process. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. **2005**: 36: 467-497.
- Koeniger** N, Koeniger G, Tingek S. Honey Bees of Borneo: Exploring the Centre of *Apis* Diversity. Natural History Publications (Borneo) Sdn Bhd, Malasia. **2010**.
- Köhler** A, Pirk CWW, Nicolson SW. Simultaneous stressors: Interactive effects of an immune challenge and dietary toxin can be detrimental to honeybees. *Journal of Insect Physiology*. **2012**; 58(7): 918-923.
- Kotwal** S, Abrol DP. Impact of *Varroa destructor* infestation on the body weight of developing honeybee brood and emerging adults. *Pakistan Journal of Entomology*. **2009**; 31: 67-70.
- Kovac** H, Crailsheim K. Lifespan of *Apis mellifera carnica* Infested by *Varroa Jacobsoni* Oud. In relation to season and extent of infestation. *Journal of Apicultural Research*. **1988**; 27: 230-238.
- Kralj** J, Brockmann A, Fuchs S, Tautz J. The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L. *Journal of Comparative Physiology A*. **2007**; 193: 363-370.
- Kribs-Zaleta** CM, Mitchell C. Modeling colony collapse disorder in honeybees as a contagion. *Mathematical Biosciences and Engineering*. **2014**; 11: 1275-1294.
- Krupke** CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G, Given K. Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. *PLoS ONE*. **2012**; 7(1): e29268.
- Kugonza** DR, Kamatara KB, Nabakabya D, Kikonyogo S. Effects of hive type and tree shade on colonization rate and pest prevalence of honeybee (*Apis mellifera*) colonies in Central Uganda. *African Journal of Animal and Biomedical Sciences*. **2009**; 4(2): 87-92.
- Kumar** NR, Kumar R, Mbaya J, Mwangi RW. *Tropilaelaps clareae* found on *Apis mellifera* in Africa. *Bee World*. **1993**; 74: 101-102
- Kuster** RD, Boncristiani HF, Rueppell O. Immunogene and viral transcript dynamics during parasitic *Varroa destructor* mite infection of developing honey bee (*Apis mellifera*) pupae. *Journal of Experimental Biology*. **2014**; 217: 1710-1718.
- Lambert** O, Piroux M, Puyo S, Thorin C, L'Hostis M, Wiest L, Buleté A, Delbac F, Pouliquen H. Widespread Occurrence of Chemical Residues in Beehive Matrices from Apiaries Located in Different Landscapes of Western France. *PLoS ONE*. **2013**; 8(6): e67007.
- Langer** A, Ukiwo U. Ethnicity, Religion and the State in Ghana and Nigeria: Perceptions from the Street. Centre for Research on Inequality, Human Security and Ethnicity. Working Paper n° 34. **2007**.
- Lawal** OA, Banjo AD. Seasonal variations of pests and parasites associated with honeybees (*Apis mellifera adansonii*) in Southwestern Nigeria. *Academic Journal of Entomology*. **2008**; 1(1): 01-06.
- Loftus** JC, Smith ML, Seeley TD. How Honey Bee Colonies Survive in the Wild: Testing the Importance of Small Nests and Frequent Swarming. *PLoS One*. **2016**; 11(3): e0150362.

- Martin** SJ. Ontogenesis of the mite *Varroa Jacobsoni* Oud. in worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. *Experimental and Applied Acarology*. **1994**; 18(2):87-100.
- Martin** SJ. Reproduction of *Varroa jacobsoni* in cells of *Apis mellifera* containing one or more mother mites and the distribution of these cells. *Journal of Apicultural Research*. **1995**; 34(4):187-96.
- Martin** SJ, Kryger P. Reproduction of *Varroa destructor* in South African honey bees: Does cell space influence *Varroa* male survivorship? *Apidologie*. **2002**; 33: 51-61.
- Martin** SJ, Medina LM. Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa* mites. *Trends in Parasitology*. **2004**; 20: 112-114.
- Martín-Hernández** R, Meana A, Prieto L, Salvador AM, Garrido-Bailón E, Higes M. Outcome of Colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*. *Applied Environmental Microbiology*. **2007**; 73: 6331-6338.
- Martín-Hernández** R, Botías C, Barrios L, Martínez-Salvador A, Meana A, Mayack C, Higes M. Comparison of the energetic stress associated with experimental *Nosema ceranae* and *Nosema apis* infection of honeybees (*Apis mellifera*). *Parasitology Research*. **2011**; 109: 605-612.
- Martín-Hernández** R, Botías C, Bailón EG, Martínez-Salvador A, Prieto L, Meana A, Higes M. Microsporidia infecting *Apis mellifera*: Coexistence or competition. Is *Nosema ceranae* replacing *Nosema apis*? *Environmental Microbiology*. **2012**; 14: 2127-2138.
- Matheson** A. World bee health report. *Bee World*. **1993**; 74: 176-212.
- Mattila** HR, Otis GW. The efficacy of Apiguard against *varroa* and tracheal mites, and its effect on honey production: 1999 trial. *American Bee Journal*. **2000**; 140: 969-973.
- Mayack** C, Natsopoulou ME, McMahon DP. *Nosema ceranae* alters a highly conserved hormonal stress pathway in honeybees: *Nosema ceranae* alters a hormonal pathway. *Insect Molecular Biology*. **2015**; 24: 662-670.
- McMenamin** AJ, Genersch E. Honey bee colony losses and associated viruses. *Current Opinion in Insect Science*. **2015**; 8: 121-129.
- Medina** LM, Martin SJ. A Comparative Study of *Varroa Jacobsoni* Reproduction in Worker Cells of Honey Bees (*Apis Mellifera*) in England and Africanized Bees in Yucatan, Mexico. *Experimental and Applied Acarology* **1999**; 23: 659-667.
- Meeus** I, Brown MJF, De Graaf DC, Smaghe G. Effects of Invasive Parasites on Bumble Bee Declines. *Conservation Biology*. **2011**; 25: 662-671.
- Meixner** MD, Leta MA, Koeniger N, Fuchs S. The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera* - *Apis mellifera simensis* n. ssp. *Apidologie*. **2011**; 42: 425-437.
- Mihai** CM, Marghitas LA, Dezmirean DS, Chirila F, Moritz RFA, Schlüns H. Interactions among flavonoids of propolis affect antibacterial activity against the honeybee pathogen *Paenibacillus larvae*. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2012**; 110: 68-72.
- Milani** N. The Resistance of *Varroa Jacobsoni* Oud to Pyrethroids - a Laboratory Assay. *Apidologie*. **1995**; 26: 415-429.
- Milani** N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie*. **1999**; 30: 229-234.
- Ministry** of Employment and Labour Relations (2014) National Employment Policy. **2014**.

- Mondet F**, de Miranda JR, Kretzschmar A, Le Conte Y, Mercer AR. On the Front Line: Quantitative Virus Dynamics in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies along a New Expansion Front of the Parasite *Varroa destructor*. PLoS Pathog. 2014; 10(8): e1004323.
- Moretto G**. Defense of Africanized Bee Workers Against the Mite *Varroa jacobsoni* in Southern Brazil. American Bee Journal. **1997**; 137: 746-747.
- Moretto G**, De Mello LJ. *Varroa jacobsoni* infestation of adult Africanized and Italian honey bees (*Apis mellifera*) in mixed colonies in Brazil. Genetics and Molecular Biology. **1999**; 22: 321-323.
- Moretto G**, De Mello LJ. Infestation and distribution of the mite *Varroa jacobsoni* in africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Interciencia. **2001**; 26: 394-396.
- Moretto G**, Gonçalves LS, De Jong D, Bichuette MZ. The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud infestations in Brazil. Apidologie. **1991**; 22: 197-203.
- Moritz RFA**, Erler S. Lost colonies found in a data mine: Global honey trade but not pests or pesticides as a major cause of regional honeybee colony declines. Agriculture, Ecosystems and Environment. **2016**; 216: 44-50.
- Moritz RFA**, Härtel S, Neumann P. Global invasions of the western honeybee (*Apis mellifera*) and the consequences for biodiversity. Ecoscience. **2005**; 12: 289-301.
- Mortensen AN**, Schmehl DR, Allsopp M, Bustamante TA, Kimmel CB, Dykes ME, Ellis JD. Differences in *Varroa destructor* infestation rates of two indigenous subspecies of *Apis mellifera* in the Republic of South Africa. Experimental and Applied Acarology. **2016**; 68: 509-15.
- Moser C**, Norton A, Conway T, Ferguson C, Vizard P. To claim our rights: livelihood security, human rights and sustainable development. Background Concept Paper prepared for the workshop on Human Rights, Assets and Livelihood Security, and sustainable Development, London UK 19-20 June. **2001**.
- Muli E**, Patch H, Frazier M, Frazier J, Torto B, Baumgarten T, Kilonzo J, Kimani JN, Mumoki F, Masiga D, et al. Evaluation of the Distribution and Impacts of Parasites, Pathogens, and Pesticides on Honey Bee (*Apis mellifera*) Populations in East Africa. PLoS ONE. **2014**; 9(4): e94459.
- Mullin CA**, Frazier M, Frazier JL, Ashcraft S, Simonds R, vanEngelsdorp D, Pettis JS. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. PLoS ONE. **2010**; 5(3): e9754.
- Mumoki FN**, Fombong A, Muli E, Muigai WT, Masiga D. An inventory of documented diseases of African honeybees. African Entomology. **2014**; 22: 473-487.
- Munyuli T**. Pollinator biodiversity in Uganda and in Sub-Saharan Africa: landscape and habitat management strategies for its conservation. International Journal of Biodiversity and Conservation. **2011**; 3(11): 551-609.
- Muñoz I**, Garrido-Bailón E, Martín-Hernández R, Meana A, Higes M, De La Rúa P. Genetic profile of *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera iberiensis* colonies. Journal of Apicultural Research. **2008**; 47: 310-313.
- Mutsaers M**. Absconding of honeybee (*Apis mellifera adansonii*) colonies in southwestern Nigeria, related to the seasonal weight of bees and combs. IBRA, Fifth Int. Conf. on Apiculture in Tropical Climate, 7-12 Sept. Trinidad y Tobago. **1992**.
- Mutsaers M**. Seasonal absconding of honeybees (*Apis mellifera*) in tropical Africa. Proceedings of the Netherland Entomology Society Meeting. **2010**; 21: 55-60.

- Natsopoulou** ME, Doublet V, Paxton RJ. European isolates of the Microsporidia *Nosema apis* and *Nosema ceranae* have similar virulence in laboratory tests on European worker honey bees. *Apidologie*. **2016**; 47: 57-65.
- Navajas** M, Migeon A, Alaux C, Martin-Magniette M, Robinson G, Evans J, Cros-Arteil S, Crauser D, Le Conte Y. Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *BMC Genomics*. **2008**; 9: 301.
- Neumann** P, Elzen PJ. The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species. *Apidologie*. **2004**; 35: 229-247.
- Neumann** P, Ellis JD. The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): Distribution, biology and control of an invasive species. *Journal of Apicultural Research*. **2008**; 47: 181-183.
- Neumann** P, Carreck NL. Honey bee colony losses *Journal of Apicultural Research*. **2010**; 49: 1-6.
- Neumann** P, Pettis JS, Schäfer MO. Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie*. **2016**; 47: 427-466.
- Oficina** Económica y Comercial Española para Ghana. Informe Económico y Comercial: Ghana. Instituto de Comercio Exterior, Lagos, Nigeria. **2006**.
- Oficina** Económica y Comercial Española para Ghana. Informe Económico y Comercial: Ghana. Instituto de Comercio Exterior, Accra, Ghana. **2013**.
- Oficina** de Información Diplomática Española en Ghana. República de Ghana: Ficha País. Ministerio de Asuntos Exteriores, España. **2016**.
- OIE**. Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals 2016: Apinae, Section 2.2. **2016** (última revisión enero 2017). Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/>
- OIE**. OIE Listed Diseases 2017. **2017** (última revisión enero 2017). Disponible en: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/oie-listed-diseases-2017/>
- Oldroyd** BP, Wongsiri S. Asian Honey Bees: Biology, Conservation, and Human Interactions. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England. **2006**.
- Oldroyd** BP, Wongsiri S. Asian Honey Bees: Biology, Conservation, and Human Interactions. Harvard University Press. **2009**.
- Ollerton** J, Price V, Armbruster WS, Memmott J, Watts S, Waser NM, Totland O, Goulson D, Alarcón R, Stout JC, Tarrant S. Overplaying the role of honey bees as pollinators: a comment on Aebi and Neumann (2011). *Trends in Ecology and Evolution*. **2012**; 27: 141-142.
- Organización** para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Declaración de París sobre la eficacia de la ayuda al desarrollo y programa de acción de Accra. OCDE, París. **2005**.
- Organización** Mundial del Comercio. Examen de las políticas comerciales de Ghana. Working Paper n° WT/TPR/S/298. Organización Mundial del Comercio. **2014**.
- Osei** RD, Domfe G. Producción de petróleo en Ghana: consecuencias para el desarrollo de la economía. Real Instituto Elcano, ARI 17/2009. **2009**.
- Otis** G, Scottdupree C. Effects of *Acarapis woodi* on overwintered colonies of honey-bees (Hymenoptera, Apidae) in New-York. *Journal of Economic Entomology*. **1992**; 85: 40-46.

- Paraíso** AA, Agassounon M, Dauda I, Amevoin K, Glitho IA. First record of *Braula coeca* Nitzsch (Diptera: Braulidae), a parasite of *Apis mellifera adansonii* in Benin. International Journal of Science and Advanced Technology. **2010**; 2(12): 24-30.
- Paraíso** A, Cornelissen B, Viniwanou N. *Varroa destructor* infestation of honey bee (*Apis mellifera adansonii*) colonies in Benin. Journal of Apicultural Research. **2011**; 50: 321-322.
- Paxton** RJ, Klee J, Korpela S, Fries I. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. Apidologie. **2007**; 38: 558-565.
- Perry** CJ, Sovik E, Myerscough MR, Barron AB. Rapid behavioral maturation accelerates failure of stressed honey bee colonies. Proceedings of the National Academy of Sciences. **2015**; 112: 3427-3432.
- Pirk** CWW, Yusuf AA. A small hive beetle lesson from South Africa. In: Carreck, N.L. (ed.) The small hive beetle in Europe. International Bee Research Association, Groombridge. **2015**.
- Pirk** CWW, Human H, Crewe RM, VanEngelsdorp D. A survey of managed honey bee colony losses in the Republic of South Africa - 2009 to 2011. Journal of Apicultural Research. **2014**; 53: 35-42.
- Pirk** CWW, Strauss U, Yusuf AA, Demares F, Human H. Honeybee health in Africa-a review. Apidologie. **2016**; 47: 276-300.
- Potts** SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution. **2010**; 25: 345-353.
- Rasolofoaivao** H, Clémencet J, Ravaomanarivo LHR, Razafindrazaka D, Reynaud B, Delatte H. Spread and strain determination of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Madagascar since its first report in 2010. Experimental and Applied Acarology. **2013**; 60: 521-530.
- Ravoet** J, Maharramov J, Meeus I, De Smet L, Wenseleers T, Smagghe G, de Graaf DC. Comprehensive Bee Pathogen Screening in Belgium Reveals *Crithidia mellificae* as a New Contributory Factor to Winter Mortality. PLoS ONE. **2013**; 8(8): e72443.
- Reyes** MG, Torres MJ, Maggi MD, Marioli JM, Gil RR, Sosa VE, Uriburu ML, Audisio MC. In vitro inhibition of *Paenibacillus larvae* by different extracts and pure compounds from *Flourensia* spp. Industrial Crops and Products. **2013**; 50: 758-763.
- Ritter** W, Michel P, Schwendemann A, Bartoldi M. Development of infestation with *Varroa jacobsoni* O. in bee colonies in Tunisia. Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift. **1990**; 103: 109-111.
- Rodríguez-Dehaibes** SR, Pardío S, Luna-Olivares G, Villanueva-Jimenez JA. Two commercial formulations of natural compounds for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) control on Africanized bees under tropical climatic conditions. Journal of Apicultural Research. **2017**; 56: 58-62.
- Roffet-Salque** M, Regert M, Evershed RP, Outram AK, Cramp LJE, Decavallas O, Dunne J, Gerbault P, Mileto S, Mirabaud S, et al. Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. Nature. **2015**; 527: 226-230.
- Rosenkranz** P. Honey bee (*Apis mellifera* L.) tolerance to *Varroa jacobsoni* Oud. in South America. Apidologie. **1999**; 30: 159-172.
- Rosenkranz** P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology. **2010**; 103(1): S96-119.

- Runckel** C, Flenniken ML, Engel JC, Ruby JG, Ganem D, Andin, R, DeRisi JL. Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, *Nosema*, and *Crithidia*. PLoS ONE. **2011**; 6(6): e20656.
- Ruttner** F. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. **1988**.
- Sakofski** F, Koeniger N, Fuchs S. Seasonality of honey bee colony invasion by *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie. **1990**; 21: 547-550.
- Sammataro** D, De Guzman L, George S, Ochoa R, Otis G. Standard methods for tracheal mite research. Journal of Apicultural Research. **2013**; 52(4): 1-20.
- Sanad** RE, Mohanny KM. Survey and management of the chalk brood fungal disease infecting honeybee colonies by natural agents at Qena Governorate, Upper Egypt. Egyptian Journal of Biological Pest Control. **2011**; 21: 251-256.
- Sánchez-Bayo** F, Goka K. Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment. PLoS One. **2014**; 9(4): e94482.
- Scoones**, I. Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis. Working paper n° 72. Institute of Development Studies, Brighton, UK. **1998**.
- Secretaría** de Estado de Cooperación Internacional. Plan Director de la Cooperación Española 2009-2012. Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de España. **2009**.
- Secretaría** de Estado de Cooperación Internacional. Plan Director de la Cooperación Española 2013-2016. Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de España. **2013**.
- Seeley** TD. Honeybee Ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ. **1985**.
- Seitz** N, Traynor KS, Steinhauer N, Rennich K, Wilson ME, Ellis JD, Rose R, Tarpay DR, Sagili RR, Caron DM, *et al.* A national survey of managed honey bee 2014-2015 annual colony losses in the USA. Journal of Apicultural Research. **2015**; 54: 292-304.
- Semkiw** P, Skubida P, Pohorecka K. The amitraz strips efficacy in control of *Varroa Destructor* after many years application of amitraz in apiaries. Journal of Apicultural Science. **2013**; 57: 107-121.
- Sen**, AK. Poverty and Famines: an essay in entitlements and deprivation. Clarendon Press, Oxford, UK. **1981**.
- Singh** R, Levitt AL, Rajotte EG, Holmes EC, Ostiguy N, vanEngelsdorp D, Lipkin WI, de Pamphilis CW, Toth AL, Cox-Foster DL. RNA Viruses in Hymenopteran Pollinators: Evidence of Inter-Taxa Virus Transmission via Pollen and Potential Impact on Non-*Apis* Hymenopteran Species. PLoS ONE. **2010**; 5(12): e14357.
- Smith** FG. Beekeeping in the tropics. Longmans, London, UK. **1960**.
- Somerville** D. Braula fly. Primefact n° 649. **2007**.
- Soroker** V, Hetzroni A, Yacobson B, Voet H, Slabezki S, Efrat H, Chejanovsky N. Colony losses in Israel: incidence of viral infection and beehive populations. In: Proceedings of the 41st Apimondia Congress, Mointpellier, France. **2009**; p.38
- Spiltoir** CF, Olive LS. A reclassification of the genus *Pericystis* Betts. Mycologist. **1955**; 47: 238-244.
- Spivak** M, Gilliam M. Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and *varroa*: Part II. Studies on hygienic behaviour since the Rothenbuhler era. Bee World. **1998**; 79: 169-186.

- Spreafico M**, Eördegh FR, Bernardinelli I, Colombo M. First detection of strains of *Varroa destructor* resistant to coumaphos. Results of laboratory tests and field trials. *Apidologie*. **2001**; 32: 49-55.
- Stevanovic J**, Stanimirovic Z, Genersch E, Kovacevic SR, Ljubenkovic J, Radakovic M, Aleksic N. Dominance of *Nosema ceranae* in honey bees in the Balkan countries in the absence of symptoms of colony collapse disorder. *Apidologie*. **2011**; 42: 49-58.
- Stevanovic J**, Simeunovic P, Gajic B, Lakic N, Radovic D, Fries I, Stanimirovic Z. Characteristics of *Nosema ceranae* infection in Serbian honey bee colonies. *Apidologie*. **2013**; 44: 522-536.
- Strachecka A**, Borsuk G, Olszewski K, Paleolog J. A new detection method for a newly revealed mechanism of pyrethroid resistance development in *Varroa destructor*. *Parasitology Research*. **2015**; 114: 3999-4004.
- Strauss U**, Human H, Gauthier L, Crewe RM, Dietemann V, Pirk CWW. Seasonal prevalence of pathogens and parasites in the savannah honeybee (*Apis mellifera scutellata*). *Journal of Invertebrate Pathology*. **2013**; 114: 45-52.
- Strauss U**, Pirk CWW, Crewe RM, Human H, Dietemann V. Impact of *Varroa destructor* on honeybee (*Apis mellifera scutellata*) colony development in South Africa. *Experimental and Applied Acarology*. **2014a**; 65: 89-106.
- Strauss U**, Pirk CWW, Dietemann V, Crewe RM, Human H. Infestation rates of *Varroa destructor* and *Braula coeca* in the savannah honey bee (*Apis mellifera scutellata*). *Journal of Apicultural Research*. **2014b**; 53: 475-477.
- Svensson B**. Beekeeping in the Republic of Guinea-Bissau and the possibilities for its modernization. Working Paper n°17. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. **1984**.
- Swart DJ**, Johannsmeier MF, Tribe GD, Kryger P. Diseases and pests of honeybees. In: Johannsmeier, MF (ed.) *Beekeeping in South Africa*, ARC-Plant Protection Research Institute, Pretoria. **2001**; pp. 198-222.
- Swift J**. Why are rural people vulnerable to famine? *IDS bulletin*. **1989**; 20(2): 8-15.
- Szabo TI**. The effects of swarming and other factors on the development of *Varroa destructor* populations in honey bee colonies. *American Bee Journal*. **2008**; 148: 642-645.
- Tentcheva D**, Gauthier L, Zappulla N, Dainat B, Cousserans F, Colin ME, Bergoin M. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Applied and Environmental Microbiology*. **2004**; 70: 7185-7191.
- Thompson HM**, Levine SL, Doering J, Norman S, Manson P, Sutton P, von Mérey G. Evaluating exposure and potential effects on honeybee brood (*Apis mellifera*) development using glyphosate as an example: Exposure and Effects on Honeybee Brood. *Integrated Environmental Assessment and Management*. **2014**; 9999; 1-8.
- Topolska G**. *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000); the change in classification within the genus *Varroa* (Oudemans, 1904). *Wiadomosci Parazytologiczne*. **2001**; 47: 151-155.
- Torto B**, Fombong AT, Mutyambai DM, Muli E, Arbogast RT, Teal PE. *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) and *Oplostomus haroldi* (Coleoptera: Scarabaeidae): occurrence in Kenya, distribution within honey bee colonies, and responses to host odors. *Annals of the Entomology Society of America*. **2010**; 103(3): 389-396.
- Toufailia HA**, Scandian L, Ratnieks FLW. Towards integrated control of varroa: 2) comparing application methods and doses of oxalic acid on the mortality of phoretic *Varroa*

- destructor* mites and their honey bee hosts. Journal of Apicultural Research. **2015**; 54: 108-120.
- United Nations Development Programm.** Millenium Development Goals Report 2012. Economic Commission for Africa. **2012**.
- United Nations Economic Commission for Africa.** Millenium Development Goals Report 2014. Economic Commission for Africa. **2014**.
- United Nations.** Millenium Development Goals Report 2015. Economic Commission for Africa. **2015**.
- Universidad de Florida.** Bee Louse. **2010** (última revisión enero 2017). Disponible en: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/bees/bee_louse.htm
- Uzunov A, Costa C, Panasiuk B, Meixner M, Kryger P, Hatjina F, Bouga M, Andonov S, Bienkowska M, Le Conte Y, et al.** Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. Journal of Apicultural Research. **2014**; 53: 248-260.
- Vanbergen AJ,** Insect Pollinators Initiative. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. Frontiers in Ecology and Environment. **2013**; 11: 251-259.
- Vandame R, Morand S, Colin ME, Belzunces LP.** Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: Quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. Apidologie. **2002**; 33: 433-445.
- vanEngelsdorp D, Meixner MD.** A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. Journal of Invertebrate Pathology. **2010**; 103: S80-S95.
- vanEngelsdorp D, Evans JD, Saegerman C, Mullin C, Haubruge E, Nguyen BK, Frazier M, Frazier J, Cox-Foster D, Chen Y, et al.** Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. PLoS One. **2009**; 4(8): e6481.
- VanEngelsdorp D, Hayes J, Underwood RM, Pettis JS.** A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. Journal of Apicultural Research. **2010**; 49: 7-14.
- Vázquez PP, Lozano A, Uclés S, Ramos MMG, Fernández-Alba AR.** A sensitive and efficient method for routine pesticide multiresidue analysis in bee pollen samples using gas and liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. **2015**; 1426: 161-173.
- Vidal-Naquet N.** Honeybee Veterinary Medicine: *Apis mellifera* L. 5m, United Kingdom. **2015**.
- Vidau C, Panek J, Texier C, Biron DG, Belzunces LP, Le Gall M, Broussard C, Delbac F, El Alaoui H.** Differential proteomic analysis of midguts from *Nosema ceranae*-infected honeybees reveals manipulation of key host functions. Journal of Invertebrate Pathology. 2014; 121: 89-96.
- Vieira-Guerra JC, Gonçalves LS, De Jong D.** Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) are more efficient at removing worker brood artificially infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans than are Italian bees or Italian/Africanized hybrids. Genetics and Molecular Biology. **2000**; 23: 89-92.
- Villa JD, Bustamante DM, Dunkley JP, Escobar LA.** Changes in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony swarming and survival pre- and postarrival of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in Louisiana. Annals of the Entomological Society of America. **2008**; 101: 867-871.

- Villa** JD, Bourgeois AL, Danka RG. Negative evidence for effects of genetic origin of bees on *Nosema ceranae*, positive evidence for effects of *Nosema ceranae* on bees. *Apidologie*. **2013**; 44: 511-518.
- Wainwright** D. From forest to supermarket: traditional bee management in Zambia. In: Traditional bee management as a basis for beekeeping development in the tropics. Nectar, Utrecht, The Netherlands. **1992**.
- Wallberg** A, Han F, Wellhagen G, Dahle B, Kawata M, Haddad N, Simões ZLP, Allsopp MH, Kandemir I, De la Rúa P, *et al.* A worldwide survey of genome sequence variation provides insight into the evolutionary history of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature Genetics*. **2014**; 46: 1081-8.
- Walsh** PS, Metzger DA, Higuchi R. Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *BioTechniques*. **1991**; 10: 506-513.
- Weinstock** GM, Robinson GE, Honeybee Genome Consortium. Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*. **2006**; 443: 931-949.
- Whitfield** CW, Behura SK, Berlocher SH, Clark AG, Johnston JS, Sheppard WS, Smith DR, Suarez AV, Weaver D, Tsutsui ND. Thrice Out of Africa: Ancient and Recent Expansions of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Science*. **2006**; 314: 642-645.
- Wilde** J, Fuchs S, Bratkowski J, Siuda M. Distribution of *Varroa destructor* between swarms and colonies. *Journal of Apicultural Research*. **2005**; 44: 190-194.
- Williams** PH, Osborne JL. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*. **2009**; 40: 367-387.
- Willmer** P. Ecology: Pollinator-plant synchrony tested by climate change. *Current Biology*. **2012**; 22: R131-R132.
- Wilson** MB, Brinkman D, Spivak M, Gardner G, Cohen JD. Regional variation in composition and antimicrobial activity of US propolis against *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis*. *Journal of Invertebrate Pathology*. **2015**; 124: 44-50.
- Wolf** S, McMahon DP, Lim KS, Pull CD, Clark SJ, Paxton RJ, Osborne JL. So Near and Yet So Far: Harmonic Radar Reveals Reduced Homing Ability of *Nosema* Infected Honeybees. *PLoS ONE*. **2014**; 9(8): e103989.
- World** Animal Health Information System OIE. Comparador de datos sanitarios de la OIE. **2017** (última revisión enero 2017). Disponible en: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Countryinformation/Animalsituation
- World** Bank. Ethiopia: recent economic developments and prospects for recovery and growth. Working Paper n° 5929ET. World Bank Country Programs II. **1987**.
- Yang** X, Cox-Foster DL. Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **2005**; 102: 7470-7475.
- Yohannes** A, Bezabeh A, Yaekob B, Begna D, Shiferaw Y, Kebede Y, Kebede N. Ecological distribution of honeybee chalkbrood disease (*Ascosphaera apis*) in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Animal Production*. **2009**; 9: 177-191.
- Zaitoun** S, Al-Ghazawi AAM. Daily number of bee louse (*Braula coeca*) in honey bee (*Apis mellifera carnica* and *A. m. syriaca*) colonies maintained under semi-arid conditions. *Insect Sciences*. **2008**; 15: 563-567.

ANEXOS

ANEXO I

GALERÍA FOTOGRÁFICA DEL PROYECTO

VIVIR EN GHANA: ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE EL NORTE Y EL SUR.



Construcción típica del norte de Ghana (*Garu-Tempene*) en la que vive una familia. Foto tomada en la época seca, cuando no es posible cultivar alimentos.



Esta fotografía fue tomada en la misma zona durante la época lluviosa, y permite observar el cambio de vegetación y el crecimiento de un cultivo.



Durante la época lluviosa las familias hacen acopio del grano que utilizarán durante todo el año. Esta situación les hace ser muy vulnerables ante cualquier contratiempo.



En el mercado se pueden comprar y vender productos. Los escasos recursos económicos y las dificultades para la conservación de los mismos fuerzan la venta al por menor.



La zona sur del país es mucho más rica en recursos. Esta es una imagen típica de la vegetación en el sur de Ghana, donde incluso en la época seca los pastos se mantienen verdes.

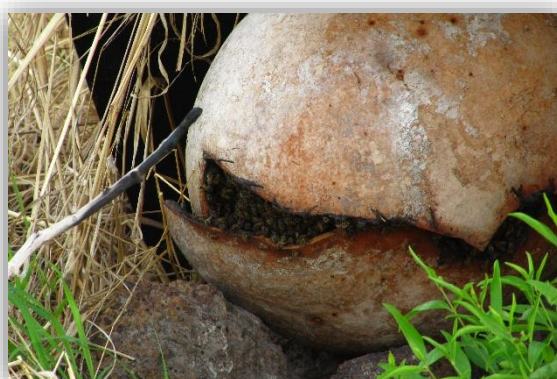


Además, se dan otras actividades además de la agricultura. En la costa (ciudad de Elmina), la pesca es la principal actividad económica. También en el sur se concentra la industria y el comercio.

APICULTURA EN GHANA.



En Ghana es posible observar una gran cantidad de colonias de abejas silvestres. Esta colonia ha estado asentada en el mismo Baobab desde el inicio del primer proyecto en el año 2009.



Particularmente en la zona norte del país, sigue existiendo una gran tradición apícola en colmena de cuadro fijo. Se muestra una calabaza seca que contiene una colonia de abejas.



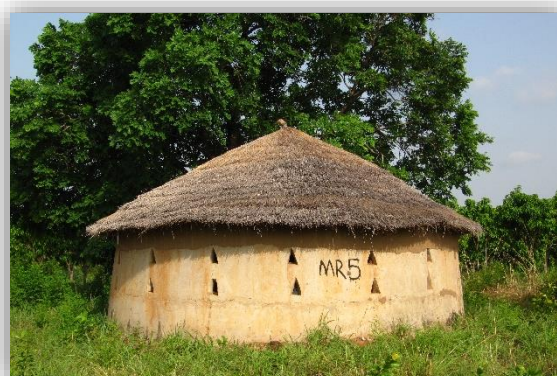
El proyecto utilizó el modelo de colmena de cuadro móvil *Kenya Top Bar*. Se muestra el colmenar ubicado en la comunidad de *Abilateega*. La foto fue tomada durante la visita de abril de 2012.



Se muestra el colmenar de colmenas *Kenya Top Bar* ubicado en la comunidad de *Vambara*. La foto fue tomada durante la visita de septiembre de 2015.



La mayoría de colmenas en Ghana no se encuentran conformando un apiario propiamente dicho, sino que se ubican repartidas por una zona más o menos amplia y protegidas por la vegetación.



Para evitar los robos de colmenas, hay quien las protege en construcciones como la que se muestra. Este tipo de estructuras requieren de una elevada inversión y están a disposición de muy pocos.

OTRAS IMÁGENES DE GARU-TEMPANE.



El edificio de la escuela infantil de *Garu-Tempane* no contaba con las mejores condiciones estructurales para su uso por niños pequeños. Fotografía de un aula antes de su rehabilitación como Centro Apícola.



Nueva escuela infantil construida en *Garu-Tempane*. Fotografía tomada durante una de las actividades realizadas con los alumnos para dar a conocer las abejas y la miel.



El taller de reparación de colmenas permitió la implicación de personas no vinculadas al proyecto y facilitó la restauración de algunos elementos muy dañados por las condiciones meteorológicas.



Durante el tiempo de trabajo en *Garu-Tempane*, se repitió el curso de formación para nuevos apicultores



También en distintos momentos del proyecto hubo que ir a las comunidades a rendir cuentas de los avances o a re-negociar las condiciones del arrendamiento de las tierras.

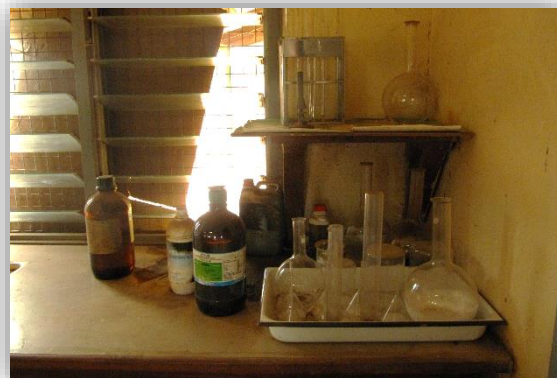


Una de las formas alternativas por las que el centro apícola obtiene ingresos es por el arrendamiento de un espacio a la empresa de envasado de agua.

OTRAS IMÁGENES DE PONG-TAMALE.



Este es el estado que presentaba el aula que alberga el laboratorio antes de su rehabilitación. Existen dos aulas gemelas (una al lado de la otra) y las dos han sido rehabilitadas.



Una vez rehabilitada, el aula contigua al laboratorio se utiliza como un espacio docente más dentro del campus del *Animal Health and Production College*.



Una vez rehabilitada, el aula contigua al laboratorio se utiliza como un espacio docente más dentro del campus del *Animal Health and Production College*.



La instalación del colmenar de prácticas ha permitido que los alumnos entiendan mejor las particularidades de la apicultura. Inspección de colmenas antes de su colonización.



El punto de vista veterinario ocupa ahora el programa de formación teórica y práctica en apicultura.



En el mismo campus donde se ubica el AHPC está el *Central Veterinary Laboratory*. Con esta institución y con su personal se ha establecido una estrecha relación de colaboración.

IMÁGENES DEL MUESTREO EN GHANA.



Muchos de los puntos de muestreo se encontraban en lugares poco accesibles.



En cada localización de muestreo se realizó una encuesta al apicultor propietario o encargado del manejo del mismo para conocer las características zootécnicas y sanitarias de estos colmenares.



En muchos momentos se pudo comprobar el comportamiento agresivo de la sub-especie de abeja local.



Los trabajos de toma de muestra se realizaron siempre después de la puesta del sol.



Cada una de las muestras contiene una pieza de cría y una caja con abejas vivas; todo ello se introduce en una tercera bolsa con una identificación de campo.



Durante el muestreo se encontraron múltiples tiendas de carretera en las que pueden ser adquiridos múltiples químicos para su libre uso en campo.

IMÁGENES DEL ENSAYO CLÍNICO.



Para pesar las colmenas se utilizó este sistema que consta de una báscula y un sistema de invertido para que la báscula funcione y se pueda visualizar.



Todos los trabajos (excepto las inspecciones rutinarias de control de actividad) se realizaron de noche.



Los acaricidas formulados en tiras para su liberación por contacto se adaptan adecuadamente al modelo de colmena *Kenya Top Bar*.



Se muestra la aplicación del PIV por goteo entre las *Top Bar* de uno de los animales incluidos en el ensayo. El procedimiento requiere de apoyo dado que ha de realizarse de noche.



Todos los recuentos de abejas y de ácaros para el cálculo de la eficacia se realizaron *in situ*.



Mr. Ernest Odonkor y la Dra. María Victoria Sanz Fernández colaboraron activamente en todos los procedimientos llevados a cabo durante el periodo de ensayo.

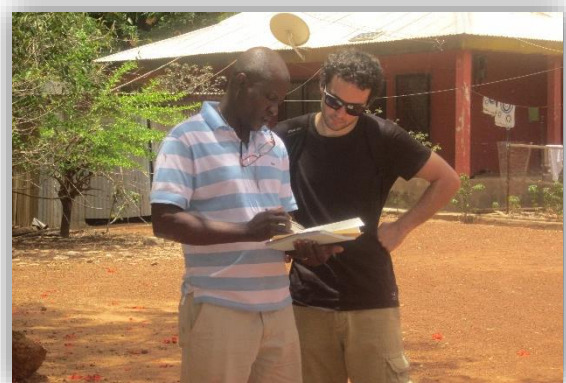
LA COOPERACIÓN Y LAS PERSONAS.



Trabajar en cooperación implica una dedicación personal que trasciende el ámbito laboral. Existen una gran cantidad de trabajos invisibles sin los cuales nada sería posible.



Resulta fundamental rodearse de personas dispuestas a realizar tareas de lo más variopinto.



La comunicación con las contrapartes es esencial para garantizar un adecuado funcionamiento del proyecto. En la foto el Rvdo. Desmond Murtala, responsable del proyecto en *Garu-Tempane*.



Los responsables del proyecto en el *Animal Health and Production College* han sido Mrs. Faustina Polkuraf y Dr. Eric Obeng Bempong.



Mr. Peter Cobb ha estado al cargo de los traslados y la comunicación con el personal local. Su ayuda ha sido esencial para poder llevar a cabo el proyecto.



Otras muchas personas ghanesas han colaborado activamente. Esta es una pequeña representación de apicultores con los que se contactó durante el muestreo.

ANEXO II

TRANSCRIPCIÓN DE LAS ENTREVISTAS ORALES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

AII.1 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA AL CHIEFF DE VAMBARA

Fecha: sábado 19 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 11:00h, casa del Chief

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
 - Aránzazu Meana (equipo evaluador)
 - Chief de *Vambara* (entrevistado)
 - Edward Ndebugri (traductor)
 - Tres apicultores locales

Clave: M (Miguel), E (Edward), C (Chief), A (apicultor)

M: So, the first questions would be, what is his general opinion about beekeeping?

E: Local language

C: Local language

E: Ok. To him, he sees beekeeping to be good because it has done a lot of things for him.

E: Is there any problem with the question?

M: No. I'm not asking any, is that Arancha took my book.

C: Local language (risas)

A: Local language

M: So, the next question would be... ¿Quieres un papelito? Porque si me quitas las preguntas yo no me entero (risas). So when did the beekeeping first arrive here to Vambara.

E: Local language

C: Local language

E: Local language

C: Local language

E: That is about five years now.

M: Who is currently responsible of the beekeeping activities in this community?

E: Local language

C: Local language

E: He is saying is this man (señala a uno de los presentes), this man (señala a otro de los presentes) and myself with him.

M: Where the apiary is located or establish, is it a good location in his opinion?

C: Local language

E: He is adding that Felicia was part of it. Now Felicia she has left.

E: Local language

C: Local language

E: Say in his opinion is good, only that is so near to the school. And his opinion was if it is possible, since the forest is mend for us, is a reserve forest, if it can be shifted a little bit to be far from the school it will help

M: How did the bee farm affect the community?

E: Local language

C: Local language (tos, tos)

E: He is saying (eeeh) the beekeeping income had helped us in one way in roofing our school.

M: Would he encourage other communities to set up bee farms? (Why?)

E: Local language

C: Local language

E: That he would encourage them because he himself has seen how beneficial it is. And if something is beneficial there is the need to sustain it or let it grow. So he would encourage them to go into it and let what is already there to even expand.

M: So that's all. Thank him very much for his time.

E: Local language

C: (aplauzo, aplauzo)

AII.2 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA A DESMOND MURTALA, CONTRAPARTE DEL PROYECTO Y RESPONSABLE DEL *HOLY ANGELS PARISH DE GARU-TEMPANE*

Fecha: sábado 19 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 13:00h, *Holy Angels Parish's mision house*

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
 - Aránzazu Meana (equipo evaluador)
 - Desmond Murtala (entrevistado)

Clave: M (Miguel), D (Desmond)

M: (risas) I'm not going to make it. It's supposed I have to do an introduction and then we have to talk small but we've been talking a lot.

D: OK.

M: So It's just six questions, general questions, open questions about the project, and we're recording it because latter on I'll translate it all, word by word as you say it, and paste it to my Theses. So, are you? Can we start?

D: Yeah, we can start.

M: We'll he is Father Desmond, you all know him and he is the...

D: (risas)

M: He is the one in charge of the church here, of the Parish, and he was our "Contraparte", I don't know the name in English, which means the

D: Contact person

M: Yeah, the contact person here, the one who has been side by side working with us. So, we would like to know what, what is your general opinion about beekeeping? That would be the first question. What is your general opinion about beekeeping?

D: Generally, beekeeping is a very interesting, what is it, adventure, in the sense that the results of it, the outcome of obtaining honey is very good, very desirable, right? The other side of it is the management, you know, of obtaining this honey that is quite tasking and it makes it like sweet and sour kind of, what is it, adventure, right? Would it be alright? You get

M: I mean, I, I'm, I'm not able to add anything to the interview

D: OK

M: So, I would not give my, I mean, this not, it is not a debate

D: No, just whether you understand what I'm talking

M: I understand perfectly what you mean

D: OK. Alright

M: Thank you. The second... I'd like to know when beekeeping first arrived here to, to your Parish.

D: I think 2009, right? That we embarked on this journey of trying to concientice people, especially the youth, to see it as an alternative of making living that we embarked on this project. But traditionally bee farming has been in the system, you know, since, I mean long time, but in the very "untra...", I mean, what is it, on a very traditional way of either using pots or some other, you know, forms, not like the way we do it know. Beekeeping has been there even before I was born, right? (risas)

M: (risas)

D: But, the new inside that we have learnt through this techno, even how to harvest the honey without harming the, what is it?, the bees, how to, what is it?, harvest without, what is it?, losing your hives because sometimes, I mean, the traditional or the local way was just kill the, burn the, drive away the bees whether they die or not, let them go and then you collect your honey. Another way, another natural way of organizing themselves the bees can form a colony somewhere again then you can go and harvest. So the interest was not on the population of bees or how to let them, keep them, and manage them but to go in for the honey. If you are lucky, if you get a big quantity, that is it. If you are not luck there's small, and whether they live to produce or not that was not your, your interest. But this project we have learnt to, you know, manage the bees, to keep them, so that they would keep on producing, to keep them they can keep on multiplying themselves in different colonies, and to have more honey. OK?

M: We would like to know who is currently

D: Are you satisfied with what I said?

M: I'm totally satisfied.

D: OK

M: Desmond, really happy. We would like to know who is currently responsible for the beekeeping project.

D: The beekeeping project I have, you know, give, hand it over to Edward, Charles, ok? To, for see what goes on in it, because I have other, you know, I call it important task to attend to (risas) not to just being myself down to that, OK?

M: Then, with all what you know now about bees where would you set up an apiary?

D: If I have the conducive land I would, that just as I have made use of the little space we have here to set up one, if I have. This area is not a personal property so I can't claim that as my own, but if I have my own property somewhere that is very conducive I will surely do that, right? Conducive in

the sense that, it has to be devoid of the tendency to be stolen. People don't want to sue to get the honey. Honey is sweet. They want the sweetness (risas) but they don't want what brings the sweetness. So you organize yourself and then put in your resources to set up an apiary and then whiles you are slumbering, you are sleeping, then they go harvest the bees, I mean, the honey without your knowledge. I'm talking about bee honey stealing. Is very discouraging.

M: Fine. The fifth is how this bee project affected your personal life?

D: Personally my perception of bee farming has changed, OK? Even though I do not see bees to be that friendly, you know? The perception here is that these wild bees they are very dangerous, dangerous creatures to be, to approach, OK? So, one perception indicates that it is not the case that bees are very wild, is how you, you handle them, OK? If you are friendly to them they would be friendly to you. But when you (risas) want to be unfriendly they would also really be unfriendly. I have not had any bad experience of bee stings, because I've learnt to protect myself with the, the clothing's. So I don't have that bad experience of bee stings. And then I've also come to realize that it is really, it is a reality that it can be a source of, you know, income, good income for, for people. If you really want to embark and expand you can have, you can be OK. You can depend on that. Is that ok?

M: Yeah, if you are finished that's perfect.

D: OK.

M: And the final one, would you encourage other people, other communities, other human beings to set up bee farms? (Why?)

D: I'm encouraging, not that I would, I do it, I do encourage people to embark on it. And it is based on that encouragement that this project is born, OK? I've learnt to keep bees back in the seminary days, and I thought that it was a good option for maybe empty hands. And have thought this idea through, is a vision I've, you know, had and then I tried to see how it can fruitful. So the, this project that we have here is a product of my thinking of encouraging people to (risas) to go into beekeeping. So I'd do that, if the opportunities there are or not.

M: That's all.

D: No, you have another question (risas).

M: No, no, no, I promise it was six questions and we've done all.

D: OK, thank you very much.

M: No, thanks to you Desmond.

AII.3 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA A EDWARD NDEBURI, MONITOR DEL PROYECTO DE GARU-TEMPANE

Fecha: sábado 19 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 17:00h, *Holy Angels Parish's mision house*

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
 - Aránzazu Meana (equipo evaluador)
 - Edward Ndebugri (entrevistado)

Clave: M (Miguel), E (Edward)

M: OK. So, as I already told you it is just free questions. So, please tell me what your general opinion about beekeeping.

E: Yeah, in my opinion I'd never seen beekeeping to be an alternative to unemployment. When you see beekeeping you may not (eh...) be able to see the future and realize that bees have some profit. But when you really invest or have time for it there's a lot of profit in it, because they are (eh...) they are insects that you don't give them water, they go for their own water, they go for their own food, you don't bring them out to graze, you don't also (eh...) chase them to go in. They are world displayed (eh...) species and I think that beekeeping is really very good. You put them there and you may not even visit them up to one week, and they don't care. Not like other (eh...) types of rearing, daily you have to keep on caring for them, daily you have to keep on caring for them. But bees is not like that, so beekeeping to me is very good.

M: OK, when did beekeeping first arrive to your live?

D: It arrived to my live in late 2009.

M: Who is currently responsible for the beekeeping apiaries?

E: (eh...) we are supposed to be three, but one is late as at now Felicia, so let myself and Charles. So I'm responsible for the Vambara apiary. But I have other two assistants who are assisting because of the distance. In case of anything they are the people I call. If I want to go for harvest then the people would assist in the harvesting of the honey.

M: With all the knowledge you have now, where would you set up an apiary?

E: Yes (eh...) I think (eh...) that only see there's on the path line, is on the way. I'm really expecting some money, and I think that if I get it, I should be able to set up (eh...) an apiary. But I invested into something that I don't know (eh...) the profitability, and I think that if I get the money out of that (eh...) diversification I've done, I should be able to diversify half that money into beekeeping. I'm hoping that before the swarming season ends, that'd be November, I should be able to have my (eh...) increase my apiary, number of hives in my own apiary.

M: OK. Sorry because maybe I (música de fondo) I didn't explain myself well. I mean where would you set up an apiary? The place.

E: I wish I'd set it up in (eh...) Vambara.

M: How this this... How did this bee project affect your life?

E: Really has affected my life positive. Has open me to a lot of things. Right (eh...) one of the opportunities I had was that I was able to now have an, a camera that helps me just to give repots, and be able to also to have a PC that helps me to send mails outside. That's my first time that I was able to have a PC and at the same time a camera. And apart from that when the beekeeping is (eh...) really started in the community, in Vambara, the process from the honey has been very grateful to me, has supported me in my personal school fees and has also supported in my brother's school fees, and many of the housework items I've been able to get out of beekeeping, especially in the time we sell, I don't bother whether the man earns or not. It is something that helped me to make my life better, especially during the harvesting season. It's really... affected positively my live positively.

M: Finally, would you encourage other people to set up bee farms? (Why?)

E: Yes. I'd encourage them because it is something that will never regret when they (inaudible) or hope.

M: That's all. Thank you very much.

AII.4 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA A EDWARD NDEBUGRI, MONITOR DEL PROYECTO DE GARU-TEMPANE

Fecha: sábado 19 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 18:00h, *Holy Angels Parish's mision house*

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
 - Aránzazu Meana (equipo evaluador)
 - Charles Ayabaa (entrevistado)

Clave: M (Miguel), A (Aránzazu), C (Charles)

A: Yes, you can.

M: So as I said I will ask you the questions, you see there are six, and you just give your opinion. Please don't wait until I talk to you (inaudible).

A: Habla más alto que a lo mejor la cámara no lo recoge.

M: ¿Qué?

A: Que hables más alto.

M: Ah! Ok, let's go. So please, give me your general opinion about beekeeping.

C: I see beekeeping as a profession for me (inaudible). Since this project started (inaudible) up to now, and get the sources to expand (inaudible). And now that is completed I think I'll take it (inaudible) and expand the business to myself. I'm getting honey from it, sell the honey, (inaudible).

M: When did the beekeeping first arrive to your live? When did the beekeeping arrived to your live? When do you... When did you first knew about beekeeping?

C: Oh, I didn't know beekeeping until... the project started (inaudible) two thousand eleven that started the beekeeping seriously in my community with the support that you give providing us the hives, and then giving us the training, so the training was given to us internally, so after the training I came and mended the hives in the... my community (inaudible). So I think the beekeeping... I didn't had knowledge about how to capture (inaudible).

M: Who is currently responsible for the bees in your community?

C: The one responsible is myself. Because the... the other beekeepers you trained here to work in the apiary also they are not doing it, they are not in the community as at not as I said are not doing it. So two of them now are students (inaudible) in Tamale, so they are continue in Tamale (inaudible). Any time I go to the apiary and I need support (inaudible) my brother is who helps (inaudible).

M: OK, with all what you know now about beekeeping, where would you set up an apiary? Which place?

C: My community is in town, very placed in town, not up to (eh...) half a kilometre off in town. So I am thinking of them to (inaudible) where because bees they don't like disturbance so when I go to (inaudible) any place and look for a site (inaudible) where the bees they cannot be disturbed, that's where (inaudible) in terms of sitting an apiary outside the town outside the town, and give me more than what I've done before (inaudible). So my apiary, next apiary will not be in town (inaudible). So is something that means (inaudible).

M: OK, how this bee project affected your life?

C: I said positively has affected because once in a year you know here, eh... the beekeeping... we have only one flowering season, and you know the bees produce from the flowers that you get in the season. And in that season I get income. The season bring the flowers, and then the bees are... and make the honey (inaudible) in town, beekeeping started a source of income in my life. So I think it has affected me positive.

M: And finally, would you encourage other people to set up bee farms?

C: Actually I do encourage other people to set up bee farms, but the issue now is... here the poverty is there. If you don't have (inaudible) because for a person to (inaudible) to construct a hive is not easy, myself I can produce hives (inaudible). So I start thinking to make five hives, and when I do that and expand myself I would help people who have showed interest (inaudible). You don't spend much time on it (inaudible). When you prepare the hives (inaudible), form the apiary (inaudible) and make sure the animals are well (inaudible).

AII.5 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA AL PROFESOR DR. ERIC OBENG BEMPONG, PRINCIPAL DEL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE DE PONG-TAMALE

Fecha: sábado 25 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 18:30h, oficina del Dr. Bempong

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
- Eric Obeng Bempong (entrevistado)

Clave: M (Miguel), E (Eric)

M: What is your opinion about beekeeping as a way to improve academics and research?

E: Yeah... It is an interesting question, you know, because eh... eh... is important for the fact that if we are able to ensure sustainability of the beekeeping industry, then it means our academic work would have a future, because people can actually go into beekeeping as a way of employment and generating income for their living. So it is very well important for us as far as academic work is concern research into it to know any disease situation, how to combat and advert situation like this, would help sustain and improve upon beekeeping in this country. So we actually appreciate what the Universidad Complutense de Madrid has come to do for us, especially with the establishment of the bee health laboratory, the training that has been given us, all the capacities building which today we are proud to see ... we know something about beekeeping, and the establishment of the bee health laboratory, diagnostic laboratory, is going to help us a lot because we can now, now go into, eh... testing the quality of... eh... what you call it... eh... honey, learning to... you know because people are concern as to go to the take, nobody want to take anything bad as far as live is concern. So, we are grateful about for the research.

M: Who is currently responsible of the bee facilities?

E: Actually the bee facilities for us... the bee facilities falls under the apiculture eh... course that we do here, and the...the head of department in that unit is Madam Faustina Polkuraf, she's also the farm manageress for the college. So she coordinates, as far as bee activities are concerned. And there are students who are interested in assist her quite apart from their studies, and carrying out any duty that goes on in the bee health diagnostic laboratory.

M: How did this project affected the Animal Health and Production College?

E: Wonderful! This has given us a bust. In the first place it has popularize us. You can't know, people who didn't know us are even calling us and asking if they can come and test their bees. Somebody

from Techiman, Cape-Coast, Somanya and others. Actually all over the country people are interested now to come and... and check, and test. So if you are talking about eh... importance, or whatever it has done to us, eh... it is overwhelming, I cannot express it in words. Unless you come to examinee yourself. But we are so grateful, and we are proud. Today the Animal Health and Production College is the only college with such a diagnosis laboratory, and we are proud to be veterinarians.

M: When did this college start teaching beekeeping?

E: Yeah, actually... even around the compound of the college are several bees. You know, when they... they established the college, they were using metal pools, which had holes in them and individuals started harvesting. Even in their homes, because they used to go in their ceilings. And that actually generated the interest of getting bees. But even... that was before I came here. But somewhere along the line because people could not sustain, go into transfer here and there when the college itself had not started. It did not actually stay. But with the eh... inscription of the Diploma program, where it was mandatory for apiculture, as a course, to be treated specially with beekeeping. Then the college started... actually 2008, we can say is when beekeeping. But we did not do much, until the coming of the... I mean... the... University of Madrid, Complutense of Madrid to come and help us stablishing and improving upon our bee hives, and teaching us the way to do about... so many things. Now we are even going to establish many more, because we have been taught now on getting the pellets under, so that is mounted on something, we can open the door, we can put a sieve to be able to collect the debris. I think this are all improvement in the study of eh... apiculture or beekeeping. And we will be the masters in this country to train people. You care to know, Koica, is a Korean eh... organization, they are coming here eh... on the 3rd, to come and met as on how we can train and this include beekeeping. So if this project had not came I don't know how we are going to handle it. But today we are confident, and we have ask them to come for discussion. It also going to help us improve upon our income generation. So we are very grateful.

M: Where in Ghana do you think beekeeping is more suitable?

E: Where in Ghana? Actually all over the country, because beekeep... there are beekeepers virtually all over the country. I worked in Volta region, they were there a lot. In fact, I just received honey Volta region eh... yesterday, yesterday. And I myself when I was in Volta region I kept some eh... hives, and it was giving me honey, it helped me sometimes, I sold a little and got money into my pocket. In the Northern region you can see for yourself. I believe eh... you went around the country and you know, if you look into all the places you went, you met people who were keeping bees and you know how important honey is. As I sit, before my children go to school my wife know how to constitute eh... some eh... drink for the children using honey. And it is believe it improves, and of course, you know that honey actually improves eh... the... what you call it eh... intelligence conscious of... I mean students. So this is important. Everywhere in Ghana honey is produced. But as to the quality, that match this question, but today we are proud we can now attest, test and give a perfect diagnosis on it. So maybe, from now on Ghana is going to get quality honey.

M: And finally, why do you think do we have, or do we have not, to teach beekeeping in veterinary studies?

E: No! I myself, when I studied in the Soviet Union, when I did Veterinary Medicine in the Soviet Union, we were taught bee, unless the parasi... parasitological aspect, as to the parasites that affect them. We were taught how to... you know... eh... deworm them and the rest. So it is important, it is important... I mean, how can you do veterinary? Veterinary is the science and art of prevention and kill diseases in all animals, and it is the ultimate in medicine, I mean it is the greatest mean in medicine. I'm not the one who say it, I mean (no identificado), who was not a vet but a medic, who was investigating in dogs said that veterinary medicine is the greatest mean in medicine. Yes! So,

you cannot do veterinary without learning about bees, and besides history, go into the history of bees, bees are very important as far as pollination is concerned, beside, even their sting, which some of us don't want are also healing, because there are records which have shown that sick people were stung by bees and they got healed. Even this thing of, I think one (no identificado). So bees are very well important. Otherwise they would not have been created. Everything that is created has its importance, biologically, as you know. So bee... keeping, or learning about bees is critically important in the field of veterinary medicine.

AII.6 TRANSCRIPCIÓN LITERAL DE LA ENTREVISTA A LA PROFESORA MRS. FAUTINA POLKURAF, PROFESORA ENCARGADA DE LA DOCENCIA EN APICULTURA DEL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE DE PONG-TAMALE

Fecha: sábado 25 de septiembre de 2015

Hora y lugar: 19:00h, laboratorio.

Personas presentes: - Miguel Llorens (entrevistador)
- Faustina Polkuraf (entrevistado)

Clave: M (Miguel), F (Faustina)

M: What is your opinion about beekeeping as a way to improve academics and research?

F: It is a very great eh... business to be in, businesswise, very great for the students right now as they do not have eh... right a way to employment. They can employ themselves by doing beekeeping. And then eh... the products of the beekeeping, the honey, the wax... Honey can eh... help is so many ways (inaudible). So it's a great opportunity.

M: Who is currently responsible of the bee facilities?

F: Madam Faustina... I'm in charge of the facilities of the college.

M: How did this project affected your teaching skills and your teaching program?

F: Oh! It has improved my teaching skills and the program. Because eh... in the past years I've just been teaching showing the students pictures of bees, and this project has brought so much to me as teacher and then to the students, because now we can take a bee by ourselves, or catch a comb, and then try to look for varroa, which for the past years we just knew for a picture (inaudible). But now it is a real practical aspect. In fact that has made some of the students to be very interested in the beekeeping as a thing they can do for them.

M: Where in Ghana do you think beekeeping is more suitable?

F: It would be in the south, because of the vegetation. The dry... long dry season in the north is actually making it difficult for us to have bees all along the year. But in the south they have vegetation there, the vegetation there is so many, always, so there is enough forest (inaudible) so they can keep bees.

M: And finally, why do you think do we have, or do we have not, to teach beekeeping in veterinary studies?

F: Eh... what we do not have is eh... the hives, the small hives that can be used to trap the bees and keep the bees in the apiary with a fence so that our apiary can be kept without disturbing animals and human beings itself. Because of lack (inaudible) here, I don't know, they destroy our apiary little bee vegetation that bees get (inaudible). They cut it and bushfires destroy it. So if we have strong hives in an area that hives can be safe then everything (inaudible)

M: Ok, I think I made this question wrong. Am asking why, why do you think do we have, or do we have not, to teach beekeeping in veterinary medicine?

F: why we have to teach is that eh... at the moment, as for our students there's no employment there for the students. And with this eh... entrepreneurship, the student when they complete the year they can use beekeeping as a business. Yes, they can use beekeeping as a business. We should teach it, because of the entrepreneurship that it would give to the students. Even though the fear the sting (risas). When they go out and they are able to eh... start something themselves, and then they get income, they would be interested, it's a business that we'd give to the students to eh... get money for themselves, get income for themselves.

ANEXO III

INFORME SOBRE EL TALLER TEÓRICO-PRÁCTICO REALIZADO EN *PONG-TAMALE*

MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

In case of reply the
number and date of this
letter should be quoted.
veterinarycollege@yahoo.co.uk

Tel: +233372093403
Mobile: +233247977769
+233279466896



REPUBLIC OF GHANA

ANIMAL HEALTH &
PRODUCTION COLLEGE
P. O. Box TL 300
TAMALE, N/R

5TH DECEMBER, 2012

Our Ref. No: VTS/NR/Vol.6^B/SPBP/1
Your Ref. No.:

A REPORT ON A TWO (2) DAY BEE HEALTH TRAINING AT THE ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE HELD FROM THE 3RD TO 4TH DECEMBER, 2012 IN PONG-TAMALE

The training was held as a follow up to discussions held on a project proposal by The Animal Health and Production College in Pong-Tamale, Ghana with Professor Aranzazu Meana Manes of The Complutense University of Madrid in Spain and funded by The AIRBUS Military Company also of Spain concerning the setting up of a Bee Diagnostic Centre in the college to enhance teaching and learning as well as help in the sampling and diagnostics of bee diseases and other related issues on bee in general.

This was the Second time Professor Aranzazu and Miguel Llorens Picher were in the college. This second visit saw two (2) new faces coming along with them, thus this second visit brought Raquel Martin Hernandez and Alejandro Bohorquez Gonzalez.

The focus of the training was to build the capacity of all stakeholders in the college who are beneficiaries of the project so that an in depth knowledge on bee health will be made available to participants to ensure the full understanding of bee behavior and also to be able to detect diseases affecting bees in their colonies and the subsequent treatment carried out to enhance honey production and increase incomes of farmers to meet Ghana government policy on poverty reduction under FASDEP II.

The training was an intensive one held for two (2) days from 9.00am to 5.30pm on the first day and on the second day from 8.30am to 1.30pm for the fifteen (15) participants.

The training started with an opening prayer from Rev. Dr. Edward Haruna a tutor of the college. This was followed by a short introduction of the four (4) Resource Persons who had come from Spain by Professor Aranzazu and giving an overview of the training programme.

The Principal of the college, Dr. Eric Obeng Bempong also asked each participant to do self introduction to make the training more friendly and easy to contribute, this was done within a short time and Professor Aranzazu took over to introduce the whole training programme and the purpose of the project in The Animal Health College in Pong-Tamale. She also stated categorically, the various areas of the topics to be discussed and which of the resource persons will be responsible.

Before Professor Aranzazu took her turn, she brought out all about the bee with pictures, how they are created from egg to adult, how the queen, drone, bee worker and a bee soldier come out of the bee colony. Although participants were adult learners, Professor Aranzazu did it in a simplified manner that made it easy to understand and grasp the course content. The use of properly selected teaching and learning aids by the resource person made it interesting and easy to understand.

The second resource person Raquel Martin Hernandez also came to talk about the various diseases of bees and how the disease come about in the bee, how to deal with all these diseases and their causal agents. She brought out the various areas of attack on the bee and also how to distinguish between one disease and the other. All these were done supported with picture and video shows bringing more understanding to participants. All the four resource persons were coming in depending on the area assigned to them by the project coordinator.

The training was made much more interesting with the involvement of participants as well as breaks to give room for interactions to compare issues. It was also enhanced with historical events in pictorial and video shows in virtually all over the world especially how bees are faring in Europe, America and some part of Asia.

Day one of the training continued after lunch with practical training where the resource persons took turn to explain how the practical training was going to be and what was expected of participants. The practical training started with participants divided into groups of two members each with several modules set before each group to go through the protocols set in each module and examine most under a powerful microscope which was part of the package from the project sponsors.

While all the group were at work all the resource persons went in turn supporting and helping participant to understand the practical training and be able to carry them out without help. Participants run the various procedures several times to acquaint themselves with the various right ways of doing things and were very content with how things went.

Before the close of day one, all the resource persons had taken participants through interesting topics that generated a lot of interest in the behavior of bees. Live samples of brood and the various kinds of bees were made available to participants to learn more about bees.

At the end of the practical works participants were happy with what they had gone through discussing and asking resource persons a lot of questions to entrench their acquired knowledge. A lot of noise was met towards the end of the training session from participants in the training hall because the session had generated a lot of interesting issues leading to arguments, questions and a lot of interactions among participants.

The first day training was brought to a close by Professor Aranzazu informing participants about the next day's training programme and which resource persons will be involved under what topic. The training was brought to a close at exactly 5.30pm reminding participant to report early tomorrow for the training.

The second day training started at 8.30am with a few participants coming after the start time. Professor Aranzazu and Raquel took turn to review the previous day's work by asking

participants questions to test whether participants really understood what was taught. Where answers were not as expected, participants were refreshed to grasp ideas with ease.

Miguel Llorens Picher took participants through the project in Garu and what is expected in The Animal Health and Production College in Pong-Tamale. He emphasized on issues like the provision of equipment to set up a diagnostic centre in the college which will be equipped to help in the diagnostics of various bee diseases and quality testing of honey. He also made mention of rehabilitation works on the laboratory building, the type of equipments and gadgets to be provided by The Project Sponsors from Spain.

Many of the participants including the Principal, Dr. Bempong admitted that they were veterinarians but never knew they had only a little knowledge on bees until this project came to build their capacities in bee health. Participants were very grateful to The Complutense University of Madrid in Spain and the AIRBUS Military Company also of Spain for a wonderful work done by sponsoring this project and urged them to organize more of such training not only for The Animal Health and Production College but for the other agricultural colleges and farm institutes in Ghana.

While the training was going on, the Principal of The Animal Health College informed the Principal of Kwadaso Agric. College about what was going on in Pong-Tamale and he expressed interest and asked if the Resource Persons could be convinced to organize such training for them as well. This is a proof of how great the capacity building on bee health is dear to the heart of Agricultural Colleges in Ghana.

In all the training sessions, Alejandro Bohorquez Gonzalez played a major role in ensuring that the little time he had out of his tight schedule was used to capture activities on the camera, this he did supported by Miguel.

The training session was brought to a close with distribution of honey sweets and pure refined honey from Spain to participants. The Resource Persons also fed the experimental primary children with refined Spanish honey and donated footballs and some items to the school.

The Animal Health College was also given a lot of items which included a laptop, a microscope, ten (10) bee hives, books, a projector, equipments and many other things to enhance work at the bee diagnostic laboratory which is been developed by the project.

By 1.30pm, the training session was brought to a close with a group picture of all participants and Resource Persons from Spain. Professor Aranzazu and Raquel were taken to the Tamale airport to fly to Accra on their way to Spain the next day. Miguel and Alejandro were to stay to continue the coordination and establishment of the bee diagnostic laboratory.

Attached are copies of the attendant list of participants and resource persons for your perusal.


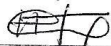

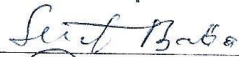
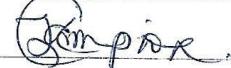

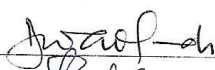



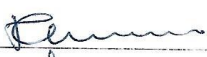




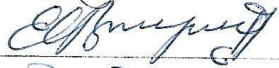

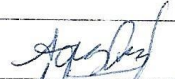

Compiled by


Dr. Eric Obeng Bempong
(Reporteur)

**ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, PONG-TAMALE
TRAINING WORKSHOP ON BEE HEALTH
REGISTRATION OF PARTICIPANTS**

DATE 03-12-17


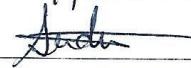
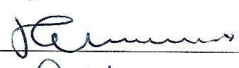
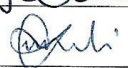
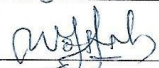
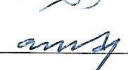
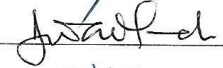
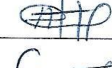
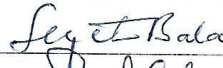

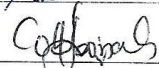


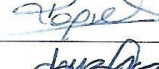

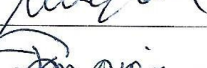



VENUE PATEC CONFERENCE HALL

SR	NAME OF PARTICIPANT	DESIGNATION	SIGNATURE
1	DRAMANI WUMBEI	TUTOR	
2	ABDULAI KATPUNYA	TUTOR	
3	MOBES ATINCHA	TUTOR	
4	Baba Seidu	Part Time Tutor	
5	CAMPION CHRISTOPHER	ITFC	
6	AZIESO MOBES	ITFC	
7	Dr E.A. Harunah	Tutor	
8	Sigli I. Yakulm	Tutor	
9	Dr Henry XII Aji Axiang	CVL - LAB	
10	I.B.M. SEIDU	CVL	
11	Faustina M. Pollara	AHPC/Tutor	
12	SHABU WAALI	^{Part} CVL	
13	Abdulai Munkaila	CVL Tutor	
14	Dr. M.K. Ayensu	RVO/Tutor	
15	Dr. Daniel Kssel	Tutor - AH.P.C	
16	Dr. Eric O. Bempang	Principal AHPC	
17	Dr. Ropel Mantz	RESOURCE PERSON	
18	Dr. Arantazu Meawo	RESOURCE PERSON	
19	Alejandro Bohuypiet	RESOURCE PERSON	
20	Risuel Jlorens	RESOURCE PERSON	
21			

ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, PONG-TAMALE
TRAINING WORKSHOP ON BEE HEALTH
REGISTRATION OF PARTICIPANTS

DATE.....4TH DEC. 2012.....

VENUE PATEC CONFERENCE HALL

SR	NAME OF PARTICIPANT	DESIGNATION	SIGNATURE
1	Dr Nil Ayu	PVO	
2	I. B. M. Seidu	CTO	
3	Faustina M. Pollara	CAHO	
4	Abdulai Munkaila	CTO	
5	SHAIRU WALE	CAHO	
6	Moses # Tutor	Tutor	
7	Dr E-A. Hamudh	Tutor	
8	ABDULAI KAPUYA	TUTOR	
9	Baba Seidu	Part time tutor	
10	Sigi I. Yakubu	Tutor	
11	DR. DANIEL ESSEL	TUTOR/AHPc	
12	Dr. Eric Obeng Bempong	Principal/AHPc	
13	DR. MANARU KEANA MANES	RESOURCE PERSON	
14	DR. RAQUEL MARTIN TUBEZ	RESOURCE PERSON	
15	ALEJANDRO FLORES GONZALEZ	RESOURCE PERSON	
16	MIGUEL UOMENS FICHER	RESOURCE PERSON	
17	CAMPIDN CHRISTOPHER	ITFC	
18	Moses AZIEGO	ITFC	
19	Dramani Wumbi	AHPc	
20			
21			

ANEXO IV

DISEÑO DEL CURSO DE DIEZ UNIDADES PARA LA INICIACIÓN EN APICULTURA

UNIDAD 1 WHAT IS BEEKEEPING ABOUT? BEEKEEPING LIVESTOCK, GENERAL CONCEPTS

Idea principal	There are many reasons to keep bees. Where there is lack of job opportunities, money incomes, natural sources for farming or even lack of food, beekeeping is a practical that fits well although conditions seem to be not the best
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - There are many reasons to keep bees - Basic needs of the honey bee are: place to nest, flowers/plants where to feed and water - Relations between bees, natural sources, human being, rural development and local economy
Palabras clave	Beekeeping, environment, sustainable, development
Argumento	<p>Taking profit from bees is one of most ancient human activities. In Africa bees are one of the most undeveloped natural resources on the continent, but they have a huge potential. In many areas of Ghana beekeeping has a great present and future. People all around the country have noticed this potential and in small or big scale they are dealing well with bees and taking profit from them. While there has been much emphasis on technology, there has been also a corresponding neglect of human capital. Bees have potential on helping to develop rural areas with no job access or income opportunities. On this course we will try to show you how to start beekeeping by focusing on you, the beekeeper. A diversified livelihood is a more secure one, and beekeeping is a good way to diversify. From beekeeping you can get not just products to sell but also for personal consumption: goods and income both from the same activity. Women and men at any age can do beekeeping, and it is an excellent complementary work. But also there are other benefits on keeping bees like:</p> <ul style="list-style-type: none"> - POLLINATION. Bees pollinate flowering plants – this activity is vital for life on earth. Adequate pollination is essential for obtaining fruitful yields of food and cash crops. - USEFUL PRODUCTS. Honey is valued across the world as a healthy food and medicine. Beeswax is used in cosmetics, pharmaceuticals, polishes, soaps, candles and many other products. - LAND USE. Bees visit flowers anywhere. Farms, bush, protected areas and other natural habitats are all valuable for beekeeping. Beekeeping does not use up land that could be used for crops. - LOW COST. Beekeeping can be very low cost. Hives and other equipment can be made locally, and bees are freely available. Bees do not depend upon the beekeeper for food. - INCOME GENERATION. The sale of honey and other bee products generates income, especially where there is good market access. - SUSTAINABLE. Beekeeping is sustainable. Beekeepers are friends of the natural environment, willing to conserve forest and vegetation where bees live and forage. - BENEFITS SEVERAL SECTORS. Where there are beekeeping activities, other people in the community can generate income through the sale of equipment, bee products and secondary products. - PREMIUM PRODUCTS. In areas of Africa where there are abundant natural resources and healthy bee populations, there are opportunities to market honey as organic or fair trade.

- RESILIENT WHEN DISASTERS HAPPEN. Displaced communities can make hives and gain benefit from bees in a relatively short time. It is not necessary to own land or to be settled permanently to keep bees.
- GENDER AND AGE INCLUSIVE. Bees can be kept by men and women of all ages. Bees do not need daily care and they can be attended as other work allows you to.

So that, let's start learning how to keep bees!

UNIDAD 2 HOW IS A BEE ITSELF? HOW DOES A COLONY LIVE? BEE MORPHOLOGY AND BIOLOGY

Idea principal	Inside a colony we can find three different bees: queen, drones, and workers. Knowing their anatomical and biological differences is basic to understand colony as a super-organism that controls and regulates colony life
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Colony is a super-organism constituted by a very big amount of individuals that behave as one - Inside a colony we will find one queen + some drones depending on flowering season + lots of workers. Each one with anatomical differences that match to their biology - Queen's job is laying eggs. Drone's only known job is to fertilize a queen. Workers develop many duties that change along their life/span or depending on the needs for the colony
Palabras clave	Queen, drone, workers, brood, larvae, pupae, thorax, abdomen

Argumento THE HONEY BEE
 The true honey bees, those who store honey in big amounts on which human beings can harvest from, represent only a small fraction of the approximately 20.000 known species of bees. Most of them are loner bees, and even though they produce honey, they do not store it in big amounts as true honey bees. When talking about honey bees the two most common species are *Apis cerana* spread all over Asia and *Apis mellifera* that can be found in Europe, America and Africa. *Apis mellifera* is also known as Western Honey Bee or European Honey Bee.

THE COLONY

Honey bees live in colonies up to 40.000 bees, although the real number of bees inside changes depending on the season. Even though it can be difficult, we have to think of a colony as an animal (for example as a cow or a goat) because the profit we get from them does not come from one bee but from the whole colony. Bees inside a colony behave as one individual. That is called a super-organism. This means every single bee has a job to do, and this job is not randomly assigned - so regulations and communications inside the colony are efficient enough to ensure at all times the colony can adapt to changes and challenges surrounding. Communication between bees allows the colony to know if things are running good or something has to be changed. There are three main ways to communicate: exchange of chemical signs (pheromones), sharing food mouth to mouth to test quality of outer food sources, and dances, to indicate where to go to forage. The queen's substance is the most important chemical sign to rule the colony: it keeps up the good cooperation between the bees.

INSIDE THE COLONY

Somehow similar to a human family, inside the colony we will find “the mother”, “the fathers” and “the kids”. The colony is constituted from three kinds of bees: the queen, the drones and the workers. Although they look similar, they show anatomical and functional differences that are really connected to their behaviour. We need to know those differences and the biology of all the individuals in order to understand how a colony life works.

THE QUEEN

We will start with the queen. She’s the only one who lays eggs, so she’s the colony’s mother. She lays up to 2.000 eggs per day, and her life span is about 2 to 5 years. She has a slender body and her abdomen exceeds the wing size. The thorax is larger compared to a worker’s one. The queen is breeding inside a workers cell, but with a special feeding program. She grows up in a cup-shaped cell that looks like a peanut. Depending on where the workers grow a queen cell we can understand why the workers are breeding a new queen. If it is on the surface of the brood comb it is because the queen died suddenly. If it is near the edge of the brood comb it is because the queen is weak or the colony has grown rapidly.

THE DRONES

The drones have the role of the fathers in the colony. Bigger than workers, they grow on bigger cells but without changing the shape of the cell, as it happens with the queen. They have a big plump body and very large eyes. They are bred during good flowering seasons, and during mid to late afternoons they fly out in search of virgin queens. Their only known job is mating with the queen and once mated they die. They have no sting and their life span is not more than two months. They are completely dependent on the worker bees.

THE WORKERS

Finally the workers, who are “the children” of the family. Workers are undeveloped females so they do not lay eggs. They are the smallest inside the colony, their sting for defending emerges from the tip of the abdomen when needed. Their life span is not more than 4 to 6 weeks during main flowering seasons. As their name tells us, they perform a lot of duties from the moment of birth until death. First they work as house bees, then as defenders and finally as field bees foraging plants. As house bees they cover and warm the brood, clean and restore the cells, feed the brood and the queen, produce wax to build the combs, store pollen, change nectar into honey and store it.

BEES’ ANATOMY

Anatomically we can divide bees into three parts: head with the eyes, the royal jelly glands, mouth parts and the antenna / thorax where wings and legs (6) are located / and the abdomen with the wax glands and the sting. One interesting thing to know about the anatomy is that in the rear legs bees have a basket to transport the pollen. So if looking at the bees’ hive entrance and you see that bees carry a colourful bag at the rear legs, this means there is pollen outside and the queen inside must be laying eggs.

BEE BREEDING

Life inside the hive happens in the comb cells. Let’s talk a bit about breeding. Bees have four development stages: egg, larva, pupa and adult. The queen lays one egg at a time at the bottom of a cell. After three days, the egg becomes a larva. The larva stage lasts

always 6 days, but there's a difference on the feeding program depending if this larva is destined to be a future queen, a worker, or a drone. If we are breeding a queen then it will be fed 6 days with royal jelly. If we are about to obtain a worker or a drone, it will be fed 3 days with royal jelly and 3 more with bee bread, a mixture of honey and pollen. Both way, after 6 days the cell will be capped and the larva will moult inside to pupa and then to adult. The queen will emerge after 7 more days, making a total breeding time of 14 to 16 days. The drone will emerge after 15 more days, making a total breeding time of 24 to 25 days. And finally, the worker will emerge after 12 more days, making a total breeding time of 18 to 20 days.

UNIDAD 3 WHERE DO BEES LIFE? FROM WILD NESTS TO TOP BAR HIVES. BEE HIVES

Idea principal	There are many kinds of containers where to keep bees, called hives, and their design is directly connected to bees' biology. Understanding bees' biology will allow beekeepers to fit the best beekeeping to available sources
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Bees come from wild, and there they nest where some conditions are given. Taking profit from wild bees is called honey hunting - Humans can reproduce those conditions and these allow us to keep bees. This is called bee having, and is related to so call fixed hives - Main purpose of a hive is to encourage bees to live where accessible to human. Do not affect quality of honey bees' store - While building their nest, bees always respect same distance between combs, and this is called bee space. Knowing these allowed humans to develop more sophisticated hives: movable hives
Palabras clave	Hive, fixed hives and movable hives, bee space

Argumento HUMANS AND BEES

Bees come from wild. Taking profit from wild bee colonies is one of the most ancient human activities. This is called honey hunting. Prehistoric painting speaks of man's long fascination with honey. Before our ancestors could write, they recorded this honey hunting event in bold red paint. One of most ancient evidences of relationship between bees and human being can be seen at 8000 years old cave painting in Spain, but there are evidences that come from ancient Egypt, Greece, or the Persian Empire. Honey hunting is still practiced in parts of Africa, Asia, Australia, and South America.

THE HIVE

At some point the human beings noticed that bees like nesting where some particular conditions are given. Artificial containers called hives, made from hollow logs, wooden boxes, pottery vessels, and woven straw baskets or others attempt to reproduce these conditions and succeeded: the bees start nesting on containers provided by humans. The main purpose of a hive is to encourage bees to nest in a site easily accessible to the beekeeper. The beekeeper provides a container for the shelter and protection of a bee colony and bees give him honey and other products from the hive. Hives reproduce conditions bees look for in wild: darkness, waterproof, aware from pests big enough to accommodate the whole colony and to store food (honey) and small enough to be able to defend it.

BEEHAVING vs BEEKEEPING

Catching bees from wild and keeping them into so called “fixed hives” is called beekeeping. But there still a big difference between beekeeping and beekeeping. First refer to kind of ownership, “my bees”, and usually while harvesting the beekeeper destroys the colony as unity. Second is not just about having but managing the colony in order to keep it safe, healthy and productive along time.

BEE HIVES

In order to understand all this, let’s take a look first on the way bees build and organize the colony once decide to nest in one place. Inside a colony there are two main parts: the nest where the queen lays eggs and brood grows, and the grocery store where bees store surplus honey on blooming seasons. If possible, they like not to mix those parts. Also there is another feature to notice: when building the combs they like to attach them to the top, building one parallel to another and always respecting the same distance between combs: the bee space. Discovery of bee space was the deciding factor to change from beekeeping to beekeeping. Bee space is the distance between two combs (always 5 to 9mm) that bees always respect, more or less size of two bees walking one on each comb without disturbing the other. This allowed beekeepers to design new hives not just to keep the bees into but being able to do different duties without affecting the integrity of the colony when harvesting or checking their health status. How? Encouraging bees to build the combs on wood structures perfectly measured respecting the bee space so that beekeepers are able to remove and give back the combs to the colony after working on or with them.

THE MOVABLE HIVE

L. L. Langstroth (1810-1895) discovered the bee space and used it to design a movable hive: wood frames one beside other respecting bee space, where bees build one comb on each frame, all this into a box. With the same idea, different hives where built changing length, width or depth. But those hives are expensive to buy, maintain and manage, and difficult to build handmade. So a cheaper hive was designed: the Top Bar Hive. Top bar hives are movable hives too. The main idea is the same. Bees attach their combs to the top. Respecting the bee space, we place bars or wooden frames on top of the hive and again encourage bees to build one comb on each bar. With this idea there are again many hive choices changing the measures, hive entrance location, material, and so on. So when deciding to start beekeeping, one of first decisions to take will be what kind of container use to keep bees, and this choice will depend on economic, environmental or even personal facts, but please notice that will not affect quality of products we will obtain. Bees always give us best quality products. But for sure this choice will affect all the beekeeping management.

UNIDAD 4 HOW CAN I START BEEKEEPING? PART I: SITTING AN APIARY

Idea principal	To optimize efforts on beekeeping, sitting an apiary is best option. But this is not just about placing a determined number of hives in the same area but looking deeper on other determinant factors if looking for success
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Things to consider while sitting an apiary to success - Number of hives should be related to bee needs, sources available, and beekeepers aim
Palabras	Apiary, baiting

Argumento THE APIARY

An apiary is a place where the beekeeper can keep the bees safely and accessible for him. Sitting an apiary is the best way to optimize efforts on beekeeping.

Before placing the hives in a piece of land, we have to think carefully where and how to place them. Of course it is important to decide the number of hives - which finally will be an individual's choice - but other aspects must be taken under consideration in order to assure that the bees are safe and productive among time. Deciding where to place it is as important as deciding the number of hives in your apiary. Some things you have to consider prior to the installation are:

- Bee plants around. Is there food for the bees? Bees forage from many different plants and trees. They look for nectar (main sweet liquid to produce honey) and pollen (the protein supply for growing the larva). Not all flowers or trees give both and not in the quantity bees may need. So looking for food they can fly more than two kilometres. Fly is quite exhausting, so the closer the available food sources are to the apiary the better for you and the bees. Remember, the shorter the way, the less the expense on honey as "fuel" for flying, the bigger the harvest.
- Water sources. Inside the hive, the bees need a temperature that remains 35°C. Bees waste a lot of energy into this purpose. Water is mostly used to cool down the temperature inside the hive. So if there is not a source of water near the hive, provide it, and think on how bees can land and take off safely. Islands created with stones are really effective to this purpose.
- Entrance holes should look southeast. As sun light starts, bees' working day starts too. The earlier the sun light goes into the hive, the earlier forager bees will start working. So that, as sun rises from east and sets on west - entrance holes should look southeast. But always be sure the hive is protected from direct sunlight during the hottest part of the day.
- Safety considerations. Bees are wild cattle, and as a reaction to fears they can be really aggressive, so it is important to take safety practices under consideration. Always respect a nice distance between the apiary and the homestead. Planting "live fences" such as dense hedges on the near of the apiary is a good idea. Consider fencing the apiary to avoid kids approaching or wild animal disturbance.
- Try to find a flat or not too sloping land. This will help the beekeeper's work.
- Protect the hives from adverse weather conditions: against the extreme heat find shades, against the rain a rainproof roof is the best solution and, to protect from wind you may plant some wind-breaking vegetation.
- As said before, always try your best to give your bees the most comfortable house and neighbourhood. Always try your best with your bees and they will give you the best value products.

OTHER THINGS TO CONSIDER

May other things be important to think about as well? It is all about your own concern. Once you've finally decided where your apiary will be placed and how many hives you will stand, it's time to prepare the land. The high grass disturbs bees while taking off and landing. And what is worst, high grass can help pests like ants climbing and going into the hive and disturbing the bees. This can be a reason for absconding. To avoid this, it is good to take care of the land where the hives are placed. But be smart! Never cut plants that

bees like to visit! You'll help them to save energy. Organize the hives. There are different options to organize them, but it always depends upon the place. As the weather is hot, try to find a shade and also try to place the entrances looking southeast. If it is possible, try not to place them too close. Always think that you will have to work there, so try to make the place accessible and comfortable for you too.

BAITING AND COLONIZATION

The land is ready and the hives are prepared. Now we need the most important thing for beekeeping: the bees. Still there are many wild bee swarms in Ghana and it is possible to catch them. It is also possible that the swarm colonizes, the hive without you having to do any other than giving a small baiting sign. Those signs are usually a small line of wax on the down side of each top bar or other catching products. However the way you catch the swarm, is a very deciding moment. We need to know the right time to do it and also how to proceed if you use a catching box.

THE CATCHING BOX

A catching box is a small size hive that beekeepers use to catch wild swarms. Before using it you have to be sure it is ready to be used: it has to be clean, it has to fit well, and it is better to use a baiting sign inside. Once it is ready, the best way to proceed is to place it close to the swarm that usually will be attached to a branch. If the bees go into your box, wait a couple of days for them to feel comfortable and during night time transfer them to a bigger sized hive. Leave them to adapt to the new place before disturbing again, and take care of them gently. The next thing to know is how to manage a hive and how to behave in an apiary, but this is next unit.

UNIDAD 5 HOW CAN I START BEEKEEPING? PART II: MANAGING AN APIARY

Idea principal	To optimize efforts on beekeeping, sitting an apiary is the best option. But managing properly the apiary is as important as siting it. It is a beekeeping must to know how to handle the bees safely and productively
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Behave gently, always protect yourself and others - It is a beekeepers' must to know the basic management procedures - Learn how does the colony behaves and this will help your work
Palabras clave	Beekeepers' behaviour, protecting the human beings, managing the hive
Argumento	<p>BEHAVING IN AN APIARY</p> <p>When getting ready to manage an apiary we have to think in one word: safety. Bees come from the wild, and especially in Africa they react strongly against any disturbance. Of course, managing a colony means disturbing the bees - so they will defend themselves. That means that before getting surrounded by bees, we have to know how to protect ourselves, the neighbourhood and also the bees. We do not want to damage them.</p>

PROTECTING YOURSELF

Protecting yourself is the most important issue. Any time you go to the apiary be sure that you are well protected against bee stings. Getting a sting is not dangerous, unless you may be allergic to the bee venom - in the worst case many stings can even kill you. Dress properly and protect yourself. Beekeepers must dress up with an overall.

Gumboots are the best option to protect your feet but if it is not possible to get them, protect your feet with closed shoes and make sure bees cannot enter inside your overall through the lower part. Use large gloves. Plastic are the best ones while harvesting because the honey is really sticky, but any hard glove can be useful. Again be sure bees cannot enter through your arms. Finally protect your head with a veil and a hat to avoid stings in your face. And make really sure bees cannot enter inside the veil. It is really uncomfortable and a bit dangerous working with bees walking over your face. You can find many different items to protect yourself, and also you can make them yourself and try to save money.

WHEN TO GO

While working with the bees we need to work safe, gently, and systematically. To do so, you need to know what is going on with your hives and keep records of all the information you get. Name the hives. Once in a while you better go during day time just to check from outside without opening the hive. The best time to open the hive and work with your bees is during early night time. Please notice that you can go to visit your bees during daytime, but if your hives are nearby houses they may disturb the people, so you may better avoid it. Just looking at your hive's entrances during day time you can get a lot of information about what is going on inside the hive:

- If you see bees going into the hive with pollen balls on their rear legs you know that outside some flowers are blooming and inside the queen is laying eggs (because pollen is the larva's food source).
- If you see lot of bees dead at the hive entrance there may be a health problem. Call the veterinary services!
- If you see a big amount of bees clustering outside most probably the temperature inside is too high or it can also be that the bees are about to swarm.
- If the vegetation surrounding the hive is too much, then you may find some pest problems. You need to clean around the hives!

The best time to open the hive and work with your bees is during night time. As we said, work gentle, safe and systematically. Once you are sure you are protected, you are ready to go to the apiary. To work with them, you also need some tools: take a smoker to calm the bees, a hive tool will help you to move the frames, and some other stuff may be really useful like a bee brush, a knife, torchlight or a bucket.

MANAGE THE BEES GENTLY

Again, work safe, gently, and systematically. Those are some general tips:

- Avoid using strong smelling soaps or perfumes which may aggravate the bees.
- Do not let the smoker go out during operation or the bees can become aggressive.
- Starting with the less aggressive colonies will allow you to work peacefully with the pleasant hives first.
- Remain calm even if the bees become aggressive. If the bees seem to be getting out of control, close up the hive and try another day.
- Never go alone to an apiary. A minimum of two persons should go to help in case of emergency.
- Remove bee stings from the skin as soon as possible using a hive tool or your nail to scrape it off. If you try to pull you will squeeze in more venom. Smoke a little over the sting to cover the scent.

- When you finish your job do not go directly to where you will remove your bee suit. First try to remove all bees surrounding you.

WORKING WITH THE HIVE

Before opening the hive, gently pour some smoke at the hive entrance and inside the hive. Do it slowly and gently. Wait a bit to allow the bees notice this new situation. They will prior feeding to defending. Now we are ready to remove the lid. Use more smoke to calm down the bees. Knock the top bars to identify which ones are full and which empty. If the hive is well done, the bees will keep the brood at the entrance and at the rear part you will find some empty space. Remove one or two of the top bars without bees to make some space to work. Now you are ready to start checking the inside.

- Never mix the frames if it is not because you are doing some special work. Always respect the order and the orientation.
- Identify brood frames and distinguish between worker brood and drone brood.
- Identify honey combs.
- Work gently. Try to identify the queen and never damage her.
- Check if there is new brood: eggs and small larva. This means the queen is healthy and she is doing her job.
- In case you think something wrong is going on within the colony, you can contact with a veterinary to check your bees. At the Animal Health and Production College in Pong-Tamale they can help you.

When you finish your work, close the hive carefully and step aside. A branch with leaves will help you to remove the bees on your suit. Also be really careful with the smoker. It can cause a bushfire so never empty it in the field. And remember: never go alone to any apiary, always go with somebody that can help you in case of emergency. Be gentle!

UNIDAD 6 THE BEEKEEPER'S CALENDAR

Idea principal	During a year's time, many duties surrounding bees and beekeeping should be done. Those are closely related to weather conditions and flowering times. We need to know where are we to know what to do at any time
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Harvesting is maybe the most important action in beekeeping calendar - Beekeeping is not just about harvesting honey but procession this and other products, selling them and obtaining other incomes surrounding beekeeping, maintaining the equipment during the year, planning learning-teaching activities
Palabras clave	Nectar, pollen, surplus honey, calendar
Argumento	<p>THE FLOWERING CALENDAR</p> <p>As weather conditions change during the year, the colony also changes. The colony adapts its population and the queen's work to what is going on outside the hive. It is important for the beekeeper to understand what is going on with the food sources in the area, where his bees are settled. This will help him to know how bees change throughout the year, and this knowledge will allow him to manipulate the colony to produce bigger amounts of honey and wax. Bee's behaviour is very sensitive to their environment. Let's say that bees fluctuate during the year from the maximum number of colony members to a minimum. When the food outside is plentiful, there are more bees inside the colony. This is because workers feed the queen bee more food and she lays more eggs. And so when the food outside is scarce the population goes down. So the environment is a key</p>

factor. Being able to answer to some questions, will help you to learn about the environment where your bees are:

- Which plants and trees do bees visit more frequently?
- When do they flower?
- When are the dry and the rainy seasons?
- When is the right time of the year to harvest?
- Which are signs of harvesting in your apiary?
- What factors such as rainfall and temperature affect plant flowering and nectar secretion?

Such knowledge will allow you to take timely decisions on the bee management.

THE BEEKEEPING CALENDAR

Along the year there are many tasks the beekeeper must do. But as beekeeping is a perfect supplementary activity, all those tasks fit well with any other activities. Some of those tasks include:

- Making and mending hives.
- Taking good care of the apiary.
- Checking what is going on in the hives among the year and keeping record of all the information.
- Baiting the new and empty hives to attract wild colonies during swarming seasons.
- Harvesting when there is a surplus of honey in the apiary.

THE BEEKEEPING AIM

As beekeepers, we need to learn how to manage the colony to ensure high honey yields during periods of peak honey flow. During those days the colonies need the maximum number of foraging bees and an adequate space in the hive to store the honey. Bees naturally build up their population during periods when resources are available and the beekeeper can synchronize the management tasks to enhance productivity. The main idea is to get the peak of colony strength at the right time to fit with main nectar flow season.

SWARMING and ABSCONDING

Swarming is the way of reproduction for the bees. Basically what they do is to divide the colony into two. Usually forager bees and older workers fly away from the “mother hive” with the queen trying to find a new location. The younger workers stay in the “mother hive” and breed a new queen. If this occurs while bees are building up in number or during nectar flow, the beekeeper will not get much honey because the colony will be focused on breeding a new queen and the flowering season will be wasted. Beekeepers must be aware before the main nectar flow starts to do a proper management of bees. It is not possible to avoid swarming, but it can be minimized with some tricks:

- Examine the apiary every week during the honey period (from before flowering season starts and until after harvest)
- Make sure that the queen has enough room to lay eggs. You can make some more space around the nest placing new top bars. Once you open the hive to do this, make sure there is enough room for them to store honey too.
- Absconding is a major problem for beekeepers in Ghana. While absconding, bees leave the hive to find a better place to stay. Bees need a comfortable and

safe place to stay. Different kinds of disturbances can force bees to abscond. Absconding is not the same as swarming. When absconding all the colony goes leaving behind the brood and the stored food.

- According to that the beekeeper can prevent their bees from absconding with good management.
- Bees need a nice and safe place to be. Give them the best you have.
- Make sure your bees do not lack food inside the hive because you've harvested too much, and that they have water nearby. If not provide it.
- Check the hive to make sure it is still waterproof and well closed.
- Keep it protected from pest.
- Treat them gently.

Major pests in Ghana are ants, wax moths and small hive beetles, and also the human being can cause major disturbance sometimes. Avoiding absconding will allow you to have a productive colony for years. Taking care of your apiary will allow you to know if something is going wrong and you will have time to solve the problem. There are some tips against the major pests that may be useful to you.

- Do not let the ants climb onto the hive. Take care of the grass around your hive and place something on the base frame to make it difficult for the ants to climb - like grease, a plastic rope, or a can with water. You can find yourself other solutions by researching.
- When a colony absconds, clean it. Never leave the old combs inside because this is be the best nest for the wax moth.
- Fence the apiary in order to avoid animals or even human beings to disturb the bees.

UNIDAD 7 HOW DO I HARVEST SAFELY FOR ME AND MY BEES? HARVESTING

Idea principal	Harvest is at same time, the most important duty during year (because money income will depend on that), and most critical duty while keeping bees; because a wrong harvesting can cause disappear of bees
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - We harvest just ripe honey (capped cells) which is best quality honey - While harvesting we have to think on colony survival capacity: never harvest 100% of honey sources as bees need to feed themselves specially thinking on "winter time" - We cannot increase honey quality, so handling carefully will assure maximum quality - All duties surrounding harvest should be done sooner as possible
Palabras clave	Harvest, quality, decant/pour off, packing/bottling/canning
Argumento	<p>HARVESTING</p> <p>Harvesting is the most exciting moment for a beekeeper. It is the moment when you are collecting the benefits from your hard work. But as any other task with your bees, it is not just about going and taking it. You'll have to work safe, gently, and systematically. You need to know what you are doing to be sure that after your work the colony will not be affected. The first rule, and the most important one to know, is that honey is the bees' food. So while harvesting only take surplus honey and leave the rest for the feeding of the colony. If you take more than this you'll force the bees to abscond. The second important rule is to harvest only ripe honey. Bees collect nectar from flowers and use it</p>

to create honey. During this process enzymes are added and the water content is reduced to around 20%. The bees store the honey inside the comb cells and once it is ripe they seal the cell with beeswax. It is not difficult to differentiate between sealed honey and capped brood, but you need to learn it. As we said, it is important to just take the ripe honey, the one that is capped. The low water content of ripe honey enables it to be stored for long periods without going bad, and also it is a guarantee for safe food. When looking at the comb you'll see there are cells with a substance that looks like honey but is not yet capped. This is nectar that hasn't been cured, so the water content is too high and it can spoil the rest of the honey if you harvest it in big amounts. So for obtaining the best honey, always harvest the ripe one, and just the surplus honey of the colony.

GOING TO HARVEST

The beekeeper must prepare the harvest consciously. Harvesting is the toughest work the beekeeper must do during the year, but you will be happy collecting the honey you have been waiting for. It will take you time to finish it, so be sure you are well prepared to start. Never do it alone, be really conscious while dressing up, and prepare all the material. Pay special attention on having enough fuel for the smoker and enough containers for the honey combs. Some general advices:

- Store the honey combs only in plastic containers and be sure they can be closed tightly.
- Use only clean and dry containers. Remember that honey is food and must be handled hygienically. All honey processing equipment and containers must be perfectly clean, completely dry and free of any scent of cleaning materials.
- When you cut the honey comb, try to brush all bees off before you place it into the container.
- After the harvest, keep the containers in a clean and closed honey room. Clean all the material that you've used. Honey is really attractive to bees, so if you do not keep the stuff clean and closed, most probably very soon you'll find it full of bees.
- Process the honey as soon as possible. See the next unit to learn more.
- Never harvest during rainy weather. As we said before one of the distinctive features of the honey is the very low water content. So honey draws moisture easily and it can get spoiled.
- The rest of the proceeding to harvest will depend upon the kind of hive the beekeeper is using.

HARVESTING FROM A FIXED COMB HIVE

In the fixed comb hives, it is difficult for the beekeeper to know exactly where the brood combs or the honey combs are. Much more attention must be paid while harvesting. Most locally made, tropical African hives are cylindrical. This means there are two sides where to open the hive. If the hive is well built, the bees will only use one of the sides for entrance, and the brood will be located near this entrance. If this is the case, start harvesting from the other side. Open the hive and blow some smoke inside it. Do it gently and the bees will move to the other side of the hive, allowing you to work comfortable. Check that the side of the comb you see has no brood on it and only ripe honey before you remove it. You'll go on with this proceeding until you reach a brood comb. Then you're done.

HARVESTING FROM A TOP-BAR HIVE

The Top Bar Hives enable the beekeeper to easily inspect the comb before deciding whether or not to remove it from the hive. He can remove the combs full of ripe honey, while brood combs or partially filled combs with honey can be left inside the hive. Sealed honey combs can be harvested by removing the bees gently. If there are many, shake the top-bar sharp and shortly. You can also remove them using either a brush or a bunch of leaves. Cut across the top of the comb with a knife, leaving about one centimetre of the comb attached to the top-bar for the bees to use it as a starter strip to rebuild the comb.

UNIDAD 8 MAIN PRODUCTS FROM THE HIVE. PROCESSING HONEY AND BEESWAX

Idea principal	Honey is most important product from hive, but not the only one. Beekeepers can get profit from wax and others surrounding beekeeping as pollen, hives, suits, etc... All can provide income if well managed. So that, to link beekeepers on common business can help to market access
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Honey value and different uses. Just ripe honey is good as food - How to separate honey from comb in different ways: pressed honey - How to store honey and package it for sale - Wax value and different uses. Market access for wax - How to render wax in different ways, and store it
Palabras clave	Honey, wax, ripe, render, store
Argumento	<p>PRODUCTS FROM THE HIVE</p> <p>When thinking on bees' products, the first word that comes to our mind is honey. But there is not just honey. Bees produce also other products that beekeepers can benefit from. Beeswax, pollen and propolis are other products that beekeepers can get from the bees to sell. In this unit we will present what we call the main products from the hive, those we collect in big amounts, which are honey and beeswax.</p>

HONEY

Honey is a mixture of really energetic sugars. It also contains other components like minerals or vitamins that have an important nutritional value to humans. It is a natural sweetener that can be used as a replacement for sugar in drinks and cooking, or simply eaten as it is. It is also used widely as a medicine because of its ability to absorb water and inhibit bacterial growth. This makes it particularly good for wound dressing. A beekeeper who wants to sell honey into a high value market must harvest and process honey without reducing its quality. Generally, good quality honey is

- Ripe honey from capped honeycombs.
- Free from scraps of wax or any other contaminants.
- Processed using clean equipment.
- Not over-filtered or over-heated.
- And finally stored in a clean and dry environment.

Some of these points may be achieved during the harvesting but some others will depend upon the processing of the honey. So let's have a look on the different ways to process the honey.

PROCESSING HONEY

While processing, our aim is to obtain clean honey, free from other contaminants like bits of wax, propolis, dead bees or dirt. It is good to remember that maintaining the quality of the honey means working it as little as possible, taking special care with the humidity and the water. Depending upon the technology available in your area, you can choose the way that fits best to your possibilities. Here we are to present the two most common ways to separate the honey from the combs in rural areas of Africa: the filtration method and the pressing method.

FILTRATION METHOD

The filtration method is really easy to put into practice, almost no technology is needed. You just need a clean plastic bucket, a strainer made of plastic or cotton cloth, and a knife.

- Cover a clean and dry plastic bucket with a strainer. Make sure it is well fixed and that there is some space to place the honeycombs.
- Remove the wax cappings of the honeycomb and break them into pieces. Put the pieces onto the strainer.
- When the strainer is full, cover it and this will allow you to prevent contamination by dust.
- Allow the honey to filter overnight in a warm, dark place. Never leave it in under the sun light, this will spoil the honey.
- Sometimes you may need more time to allow all the honey to fall down in the bucket. You can move gently the pieces of the comb to enable all the honey to drain out.
- Once finished, you can squeeze the strainer and process its content as wax.

PRESSING METHOD

With larger volumes of honeycombs, or when the technology in your area is available, it will be worthwhile to use a honey press. The press has a container for the pieces of the combs and a mechanical device to squeeze them. As with the filtration method, it is better to remove the cappings and break the combs into pieces before being placed on the cloth. The cloth is then squeezed by a manually operated device. You can take extra care to remove areas of the comb that contain larger amounts of pollen, and these pieces can be eaten at home, as pollen is very nutritious.

FINISHING THE PROCESS

Whatever way you obtain the honey, once you have it separated from the combs, and before it is packaged for sale, there is another step. The container must be closed with a fitting lid, and be settled for two or three days. During this time small air bubbles, remaining wax flakes and other impurities rise to the surface. After this time, the layer of scum which forms on the surface can be easily removed. Settling the honey is the key to obtain crystal clear honey. Now you are ready for the packaging. You will learn more about that in the next unit.

BEESWAX

Beeswax is the second major product of the hive. Honeybees produce the wax themselves and use it to build the combs. It is very hard work for the bees to produce wax. To produce one unit of wax, bees must consume about eight times as much honey. Wax is also a very valuable product to sell. After processing the honey never throw the wax away. Newly produced wax is white but becomes yellow as it takes up colour from

pollen and honey - and brood combs become darker the longer they are used. In some areas the value of beeswax is not recognized at all, but it has more than 300 industrial uses in cosmetics, pharmaceuticals, polishes, soaps and candles. In Africa it has also a wide use by creating Batik (Batíque). Beeswax is not a food product, so international trade regulations are not so strict and this makes trade and export more feasible.

Beeswax is valued according to its purity and colour. Light-coloured wax is more highly valued than dark-coloured, as it can be an indication of overheating or contamination.

Good quality beeswax is

- Pure, not mixed with adulterants as paraffin or other substances.
- Filtered, so impurities have been removed.
- Processed carefully, not overheated or burned.
- And stored properly in a cool and dry environment, away from its major pest, the wax moth.

RENDERING BEESWAX

Wax cappings, old honeycombs, old brood combs and odd bits of comb, built by the bees as part of the colony housing, can all form part of the valuable beeswax harvest. If the raw beeswax is stored in the open, it will be eaten by wax moths in less than a few weeks. Melting and forming it into a solid block enables the beekeeper to store it for long periods. Here we are to present the two most common ways to render beeswax in rural African areas: the hot water method and the solar extractor method.

RENDERING BEESWAX: HOT WATER METHOD

- Remove as much honey as possible from the combs and wash them in clean water, or better rainwater. Honey remaining will be rinsed out in the water. Use a clean plastic bucket.
- Repeat this washing process minimum three times or until you see that all the remaining honey has gone.
- Break the combs into small pieces and place them in a pan. Add clean water until the level of the combs is reached.
- Heat and stir the mixture gently. Wax melts at 64°C, and it is also flammable, so heat carefully. But please don't boil it.
- After the combs have melted, pour the molten mixture through a sieve over a clean bucket. If you use double sieve the filtered wax will be cleaner. Please notice in this case we need a bucket where the open part is broader than the base.
- Leave the bucket in a closed room to cool down. Cover it to protect it from dust.
- The wax gets solid as it cools down forming a disc on the surface of the water. Once it is totally cooled you can remove it from the bucket.
- Any particles that have filtered through the sieve will settle below the wax layer. You can remove them by scratching.

For extra quality wax you can melt it again. The procedure is the same. This time add the same quantity of water as quantity of wax you have. Use a cotton sieve to achieve a better filter quality.

RENDERING BEESWAX: SOLAR EXTRACTOR METHOD

Solar extractors use the sun's heat to melt the beeswax. They can be made locally. They consist of a glass or clear plastic-lidded box containing a sloped sheet of metal. As the

combs melt, wax runs down the metal slope to a container. A screen of wire mesh prevents impurities from slipping down into the container.

UNIDAD 9 ADDING VALUE TO THE BEE PRODUCTS

Idea principal	Processing the products before selling them can add value and increase the income
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Honey value, in terms of packaging, can be increased easily. The need to create a brand - Wax can be the best income generator via creams, lotions or candles - Propolis or pollen as a valuable as honey
Palabras clave	Processing, value, branding, new uses
Argumento	Beekeeping in Ghana is successful and profitable, however it is carried out mainly at subsistence levels or small scale producers. Benefits to beekeepers clearly exist otherwise they would cease to manage their bee colonies. Changes in the way trade happens are key to raise the beekeepers income and so try to contribute to economic development in rural Ghana. Beekeeping as a business must have the same features as other farming enterprises. All resources necessary for production must be available and the beekeeper needs to have a business-like approach. It is the business approach that matters most, not the type of hive you're using. Bees and beekeeping bring many benefits. Almost all interventions and efforts to develop beekeeping are undertaken with one main aim: income generation. This means that honey and other bee products must be sold, and then immediately take us into the idea of adding value to the bee products before selling them.

ADDING VALUE TO THE BEE PRODUCTS

As beekeepers we can decide to sell raw products from the hive without almost any processing. But what generally beekeepers want, as any other business people wants, is to get as much income as possible from his products. Processing the products and packaging them is the first step to add value to the product. Marketing is a proactive process of identifying and meeting the needs of customers in a profitable way. Marketing your products under a recognized label will be the first step to start building up confidence among the customers. And this is the best way to add value to your products. This is the case of packaged and labelled honey, creams, soaps, and other products made from bee products. The best way for beekeepers to do this is by forming a marketing group, a cooperative or an association.

PACKAGING HONEY

Honey is a stable commodity with a long shelf life. It has to be carefully harvested and well closed and stored to avoid possible fermentation. The best containers to package honey are glass ones. And the best quantity depends upon the market need. Always try to fit with what your area demands from you. Some would prefer big amounts and others small ones. Whichever the case is sometimes honey granulates while stored. There is no difference in nutritional value between solid and liquid honey. Identify yourself with a label, and try to build up confidence onto this label. It is a good idea to join other beekeepers to increase the yield and be able to fit the offer with the demand. A marketing group, a cooperative or an association are some examples of groups to join

forces. Remember that honey market is dependent on trust. Satisfied customers can become regular customers.

SELLING BEESWAX.

Beeswax is an excellent trade crop for several reasons:

- Processing is easy.
- Storage is simple. Care just needs to be taken to ensure it is away from bright light, heat and chemicals.
- Transport is easy as no especial packaging is required.
- It has many local uses. Beekeepers can sell the wax to other manufacturers or go into some other industries and add value to the wax themselves.

Wax is used in

- Candle making.
- Cosmetics.
- Lost-wax casting of metals.
- Wax printing and batik dyeing of cloth.
- Polishes for wood and leather.
- Strengthening and waterproofing of thread for sewing.
- Treatment of cracked hooves of livestock.
- Other beekeeping purposes as baiting bee hives.

OTHER PRODUCTS FROM THE HIVE: POLLEN AND PROPOLIS

We will not go deep into the harvesting and uses of these products. But we want you to know that both pollen and propolis can be harvested from the hive and sold as they have some nutritional and medicinal properties. Pollen is a very nutritious food as a protein supplement. Propolis is used as medicine because of its antibacterial properties.

UNIDAD 10 WORKING TOGETHER. THE BEE CENTRE

Idea principal	Joining forces is usually a good way to get better access to market. While working together, beekeepers can assure good/enough offer during the year and quality standard product under same label. Bee centre act as middleman helping beekeepers on processing and selling honey
Conceptos clave	<ul style="list-style-type: none"> - Beekeeping centre - Working together
Palabras clave	Bee centre
Argumento	<p>JOINING FORCES</p> <p>Beekeepers face a lot of challenges. To overcome them it is easier to join forces with other beekeepers from your area. In Ghana there are many beekeeping associations not just focused on helping others during bee activities, but also focused on learning, teaching, researching, and some of them are even focused on marketing products together. With the idea to join forces and standardize the - teaching procedures - the production and - the quality of the products from the hive, people from different regions of Ghana are to build up a Federation of Beekeeping Associations.</p>

A BEEKEEPING CENTRE

If you are interested to start beekeeping we recommend you to get in touch with the Federation or with one of the beekeeping associations. They may help you with starting your small scale business. To help on this way there are also some Beekeeping Centres in Ghana. A Beekeeping Centre is a place where beekeepers can join forces, where they can learn and share knowledge and experiences. Have a look at Garu's Beekeeping Centre as an example of what you can find in those centres:

- A teaching room, where you can receive talks about beekeeping or share experiences and knowledge.
- A small shop and museum, where you can buy labelled bee products, and see the different beekeeping materials you learned about in this course.
- A honey room, where honey and wax are processed and stored, respecting the needed conditions for best quality.
- A carpentry, where hives and other equipment are built.

For those of you who belong to Northern, Upper West or Upper East region, and to those who do not hesitate on traveling to learn more, there is a Beekeeping Centre in Garu-Tempane, near Bawku ("Bokú"). It belongs to the Holy Angels Catholic Parish, but is open to receive people from anywhere in Ghana. There is accommodation available nearby, and people ready to help you and share their knowledge.

We now hope that you learned some basics and gained enough interest to start working with your own bees.



Código QR: *Basic beekeeping for beekeepers*. Código de acceso a las diez unidades que componen el curso de aprendizaje básico de apicultura diseñado y editado en el Capítulo II de esta Tesis Doctoral.

ANEXO V

PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO PARA EL LABORATORIO

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



BEE DIAGNOSIS LABORATORY Animal Health and Production College Pong-Tamale, Ghana	DIAGNOSIS PROTOCOLS Varroa, Nosema, Foulbrood and Acarapis test	DATES Edition: 01-12-13 Valid until: 01-12-15
---	--	--

INDEX:

VARROA

V1- HIVE DEBRIS EXAMINATION	P2
V2- BROOD ANALYSIS	P3
V3- ADULT BEES ANALYSIS	P4
V4- FIXING THE MITE ON A SLIDE	P5

NOSEMA

N1- INDIVIDUAL TEST	P6
N2- COLLECTIVE TEST	P7

FOULBROOD

F1- STICK TEST	P8
F2- CULTURE TEST	P9

ACARAPIS

A1- DECAPITATION TEST	P10
-----------------------	-----

Written by: Miguel Llorens, DVM	Checked by: Aranzazu Meana, DVM, PhD, DipEVPC	Approved: Dr. Erik Obeng Bempong Principal of AHPC
---	--	---

December 2013

December 2013

December 2013

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



 AIRBUS MILITARY

VARROA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
V1	HIVE DEBRIS EXAMINATION	To identify the mite fall during a known period of time
V2	BROOD ANALYSIS	To know the mite prevalence inside a hive
V3	ADULT BEES ANALYSIS	To know the mite prevalence on adult bees
V4	FIXING THE MITE ON A SLIDE	To be able to study the mite at micro scale

V1- HIVE DEBRIS EXAMINATION

An easy method of diagnosis of varroosis is the examination of the debris generated by bees themselves. A plastic insert (a tray for example) placed on the floor of the hive will allow us to check the debris looking for varroa and others. Large amounts of debris can be examined in the laboratory using an easy method:

- Dry the debris for at least 24h.
- Observe carefully the debris looking for mites and other pests.
- If you find a mite, keep it and count the total number, so you can have an idea about the infestation level.
- To keep the mites, place them into an eppendorf with alcohol 70%.
- Always identify your sample.
- Keep the data for further analysis.

MATERIALS

✓ Debris

✓ Magnifying glass

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



VARROA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
V1	HIVE DEBRIS EXAMINATION	To identify the mite fall during a known period of time
V2	BROOD ANALYSIS	To know the mite prevalence inside a hive
V3	ADULT BEES ANALYSIS	To know the mite prevalence on adult bees
V4	FIXING THE MITE ON A SLIDE	To be able to study the mite at micro scale

V2- BROOD ANALYSIS

To know the mite prevalence inside a hive we have to do some work with the brood. So, first of all is to receive a proper brood sample and then proceed as follows:

- With a clamp open a known number of capped cells. One hundred (100) is a good number. Open them one by one.
- Slowly and carefully take out the nymph from the cell.
- Look at it searching for varroa mites. In case you found some attached to the nymph count them. Also take note if you found one varroa per cell, two, three...
- Then look carefully into the cell to make sure there are no more varroa mites.
- To keep the mites place them into an eppendorf with alcohol 70%.
- Always identify your sample.
- Go to the next cell and to the same.
- Keep the data for further analysis.

MATERIALS

- ✓ Brood sample
- ✓ Alcohol 70%
- ✓ Clamp

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



VARROA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
V1	HIVE DEBRIS EXAMINATION	To identify the mite fall during a known period of time
V2	BROOD ANALYSIS	To know the mite prevalence inside a hive
V3	ADULT BEES ANALYSIS	To know the mite prevalence on adult bees
V4	FIXING THE MITE ON A SLIDE	To be able to study the mite at micro scale

V3- ADULT BEES ANALYSIS

When you receive a punch of bees as sample at the laboratory, it is easy to search for varroa mites. Bees must arrive alive to the laboratory. Place the sample into a freezer for at least 2h, but notice bees will not die easily. Once they are dead or at least relaxed due to cold, proceed as follow:

- Spread all the content of the box onto white paper. Make sure all content falls from the box.
- Count the number of bees, the number of mites and any other finding.
- To keep the mites place them into an eppendorf with alcohol 70%.
- Always identify your sample.
- Keep the data for further analysis.

MATERIALS

- ✓ Adult bees from sample
- ✓ White paper

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



VARROA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
V1	HIVE DEBRIS EXAMINATION	To identify the mite fall during a known period of time
V2	BROOD ANALYSIS	To know the mite prevalence inside a hive
V3	ADULT BEES ANALYSIS	To know the mite prevalence on adult bees
V4	FIXING THE MITE ON A SLIDE	To be able to study the mite with microscope

V4- FIXING THE MITE ON A SLIDE

When there's the need to study the varroa with a microscope to identify the species or to study their anatomy, then the best is to fix it in a slide. To mount the mite, follow this protocol:

- Place the mite inside a tube with Potasa-10% to clear the mite.
- Let the chemical do its work for at least until it clears.
- On a slide, place a drop of Depex without bubbles.
- Introduce gently the mite inside the drop.
- Place on top a cover glass. To do it properly, place the cover in one side of the drop, while using a needle to maintain an angle of 45°. Slip it gently until the cover glass slide down and get fully in contact with the drop. Try to do it as gentle as possible. Be sure the quantity of the drop is enough to fulfill the surface of the cover glass and not too much to get off.
- Let it dry for five (5) minutes.

MATERIALS

- | | |
|-------------------------|----------------|
| ✓ Slide and cover glass | ✓ Potasa 10% |
| ✓ Depex | ✓ Varroa mites |

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



 AIRBUS MILITARY

NOSEMA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
N1	INDIVIDUAL TEST	To identify if nosema spores can be seen in intestine content
N2	COLLECTIVE TEST	Same purpose but for analyzing more than one bee at a time

N1- INDIVIDUAL TEST

To analyze bees' intestine content, we have to fix it and stain it on a slide to look at it with a microscope. To do so follow this protocol:

- Carefully remove the last abdomen segment of the bee so that the intestine content will follow. Do it gently on top of a slide.
- Discard the rest of the bee.
- Place a drop of distilled water on top. Mix well and spread.
- Fix it by passing it under the flame, but so quick to avoid burning it. This is very important. Repeat as necessary to be sure.
- Once dried, cover it with Blue Methylene for three (3) minutes. Eliminate the stain and wait while dry.
- Put a drop of mineral oil and a cover glass
- Look at microscope 1000A looking for spores.

MATERIALS

- | | |
|-------------------------|---------------|
| ✓ Slide and cover glass | ✓ Bee |
| ✓ Water and pipette | ✓ Clamp |
| ✓ Blue Methylene | ✓ Mineral oil |

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



 AIRBUS MILITARY

NOSEMA ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
N1	INDIVIDUAL TEST	To identify if nosema spores can be seen in intestine content
N2	COLLECTIVE TEST	Same purpose but for analyzing more than one bee at a time

N2- COLLECTIVE TEST

To analyze collectively bees' intestine content, we have to prepare a collective sample. To do so, follow this protocol:

- Place a known number of bees into a tissue macerator. Thirty (30) bees is an optimal number.
- Add one (1) ml of distilled water to help crashing.
- Filter the content into a centrifuge tube through a gauze or strainer.
- Centrifuge the content at 1500 rpm for 10 min.
- After that, there will be two well differentiated parts: pellet and supernatant.
- Take a drop of the supernatant and place it on a slide. Use blue methylene to stain it and help you on looking for spores. Cover it and check it at the microscope.
- Once there is no more supernatant into the centrifuge tube, just the pellet, put one (1) ml water and mix it. Take another drop and place it in a new slide and repeat.

MATERIALS

- ✓ Slide and cover glass
- ✓ Water and pipette
- ✓ Blue Methylene
- ✓ Centrifuge

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



FOULBROOD ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
F1	STICK TEST	To know if we can suspect from European or American Foulbrood
F2	CULTURE TEST	To know if a hive has European or American Foulbrood

F1- STICK TEST

The fastest test to verify the presence of foulbrood is using the Stick test. Just introduce a stick inside one cell with sunken or spoiled cap and gently take it out. In positive cases, a sticky to ropy substance will appear at the end of the stick, so you can use the material for culture test to verify.

MATERIALS

- ✓ Stick
- ✓ Piece of brood

Usually this test is done before the CULTURE TEST so that prepare also

- ✓ Petri-dish
- ✓ Bacteria growing media
- ✓ Swab
- ✓ Gram staining
- ✓ Henle handle
- ✓ Gas
- ✓ Culture oven

BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



FOULBROOD ANALYSIS

	TEST	OBJECTIVE
F1	STICK TEST	To know if we can suspect from European or American Foulbrood
F2	CULTURE TEST	To know if a hive has European or American Foulbrood

F2- CULTURE TEST

The most reliable method to confirm European or American Foulbrood is by culturing a sample. Do as follows:

- Take a sample from one suspicious cell with a sterilized swab.
- Inoculate it by direct plating on culture media for bacteria growing.
- Place the inoculated plates at 34-36°C for 2-4 days.
- Check daily for colony growth.
- Colony morphology is not conclusive, but may serve to select the colonies for further identification by Gram staining.
- With the Henle handle take one pure colony and as shown in the picture prepare a slide to stain it and/or do other biochemical tests as catalase test (with H₂O₂). Both catalase and staining like Gram stain allows to differentiate bacteria.



BEE HEALTH ANALYSIS PROTOCOLS

UCM - AIRBUS MILITARY PROJECT

AHPC BEE DIAGNOSIS LABORATORY



 AIRBUS MILITARY

ACARAPIS ANALYSIS

	<i>TEST</i>	<i>OBJECTIVE</i>
A1	DECAPITATION TEST	To know if <i>Acarapis woodi</i> is present

A1- DECAPITATION TEST

Do as follows:

- Take the bee with two fingers and clamp the bee head away.
- Site the bee on the cork using the pins, so you will be able to see the protrachea.
- Once fixed, look carefully at the trachea. If you see darkness there, you may suspect the presence of *Acarapis woodi*. Remember that its pathogen effect is due to constant puncture of the trachea, so melanine deposits appear and make the trachea darker.
- With a pin take the trachea and put it onto a slide with a drop of water.
- Cover it and then identify the mites inside by microscopy.

MATERIALS

- ✓ Dead bee sample
- ✓ Cork layer
- ✓ Clamp
- ✓ Pins
- ✓ Slide and cover glasses
- ✓ Blue Methylene
- ✓ Magnifying glass

ANEXO VI

DOCUMENTACIÓN DEL ENVÍO DE MATERIAL DE LABORATORIO

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



DOCUMENTACIÓN DEL ENVÍO

SHIPMENT FILE

DE:
FROM:

ARÁNZAZU MEANA 0034607374897
DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA
DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.

A:
TO:

ERIC OBENG 00233203896483
ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX
TL300. TAMALE. N/R.

ASUNTO:
SUBJECT:

**ENVÍO DE MATERIAL DE LABORATORIO PARA EQUIPAR
UN LABORATORIO DOCENTE.**
**EDUCATIONAL MATERIAL SHIPMENT TO EQUIP A
TEACHING LABORATORY.**

CONTENIDO:
CONTENT:

CARTA DE PRESENTACIÓN / INTRODUCTION LETTER
CARTA DE DONACIÓN / DONATION LETTER
ANEXO / ANNEX
FICHA DE CONTENIDO DE CADA BULTO / PACKAGE CONTENT CARD



CARTA DE PRESENTACIÓN INTRODUCTION LETTER

A LA ATENCIÓN DE QUIEN CORRESPONDA.

EL PRESENTE DOCUMENTO ACOMPAÑA AL ENVÍO DE MATERIAL DOCENTE QUE DESDE LA FACULTAD DE VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID HACEMOS AL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE DE GHANA A RAZÓN DEL PROYECTO DE COOPERACIÓN EN EL QUE TRABAJAMOS Y QUE AIRBUS MILITARY FINANCIÓ.

DICHO ENVÍO LO COMPONEN **UN TOTAL DEL 12 BULTOS**: 10 BULTOS HOMOGÉNEOS DE 80X57X44, UNO DE 75X77X65 Y UN ÚLTIMO DE 40X36X30. CADA UNO DE ELLOS VA ACOMPAÑADOS DE UNA FICHA QUE ESPECIFICA SU CONTENIDO.

A SU LLEGADA A GHANA EL RECEPTOR DEL ENVÍO RETIRARÁ EL MISMO DE SUS INSTALACIONES.
GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

EN MADRID, A 21 DE ENERO DE 2013.

DR. ARÁNZAZU MEANA

TO WHOM IT MAY CONCERN.

THIS FILE IS ATTACHED TO THE SHIPMENT OF EDUCATIONAL MATERIAL FROM THE VETERINARY FACULTY OF COMPLUTENSE UNIVERSITY MADRID TO THE ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE IN GHANA RELATED TO THE INTERNATIONAL COOPERATION PROJECT THAT IS BEING DEVELOPED AT NORTHERN GHANA FOUNDED BY AIRBUS MILITARY.

SHIPMENT IS COMPOUND BY **A TOTAL OF 12 BUNDLES**: 10 ITEMS 80X57X44, ONE 75X77X65 AND LAST 40X36X30. EACH ITEM IS CLEARLY IDENTIFIED WITH A CARD WHERE ITS CONTENT IS SPECIFIED.

ONCE LANDED IN GHANA THE RECEIVER WILL REMOVE IT FROM YOUR FACILITIES.
THANKS FOR YOUR COOPERATION.

MADRID, JANUARY 21ST 2013

DR. ARÁNZAZU MEANA

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



CARTA DE DONACIÓN DONATION LETTER

D. JOSÉ ANTONIO RUIZ SANTA QUITERÍA DIRECTOR DEL DPTO. SANIDAD ANIMAL DE LA FACULTAD DE VETERINARIA DE LA UCM Y DÑA. CONSUELO SERRES DALMAU DIRECTORA DEL HOSPITAL CLÍNICO VETERINARIO DE LA UCM.

CERTIFICAN / ATTEST:

LA DONACIÓN DE MATERIALES DE ACUERDO CON EL ANEXO ADJUNTO DESDE LA FACULTAD DE VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID AL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE DE GHANA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO.

THE DONATION OF MATERIAL ACCORDING TO ANNEX FROM VETERINARY FACULTY OF COMPLUTENSE UNIVERSITY MADRID TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE IN GHANA FOR THE IMPLEMENTATION OF AN PARASITOLOGICAL DIAGNOSIS LABORATORY.

EN MADRID, A 21 DE ENERO DE 2013.
MADRID, 21ST JANUARY 2013.


DR. JOSÉ ANTONIO RUIZ SANTAQUITERÍA
FACULTAD DE VETERINARIA
DPTO. SANIDAD ANIMAL


DRA. CONSUELO SERRES DALMAU



ANEXO / ANNEX

<p>Tubo plástico para análisis con tapa 100u/bolsa x 16 bolsas Portaobjetos caja 50 unidades x 49 cajas Maceradores manuales x 5 unidades Pipetas Pasteur pequeñas 250u/caja x 8 cajas Pinza universal 3 dedos x 6 unidades Probeta plástica 250ml x 6 unidades Vasos de precipitados x 12 unidades Varillas largas de metal para soporte de laboratorio x 10 unidades Pie de laboratorio para montaje de equipos ENOSA x 1 unidad Aros de sujeción x 4 unidades Bandejas x 10 unidades Puntas azules x 10000 unidades Embudos rama corta x 12 unidades Pipetas 5ml x 20 unidades Pipetas 1ml x 20 unidades Morteros x 6 unidades Pipetas 25ml x 20 unidades Pinzas de punta curva roma x 9 unidades Lámparas de alcohol x 4 unidades Tetina de goma para pipeta Pasteur x 1 bolsa Matraz aforado 10ml x 2 unidades Mango de Kolle corto x 10 unidades Mango de Kolle largo x 10 unidades Recambio de asas x 25 asas Mechero bunsen x 2 unidades Pinzas para tubo tipo Hoffman x 5 unidades Soporte pie de plato x 3 unidades Equipos de destilación de agua completos x 2 equipos Morteros de porcelana x 4 unidades Vidrio de reloj x 3 unidades Morteros de porcelana pequeños x 3 unidades Cajas para almacenar preparaciones x 5 cajas Tapón para tubo grande x 1000 unidades Tapón para tubo pequeño x 1000 unidades Matraz aforado 50ml x 2 unidades Matraz aforado 200ml x 2 unidades Tubos de ensayo grande x 500 unidades Tubos de ensayo pequeños x 500 unidades Vaso de precipitado pequeño x 12 unidades Gradillas x 10 unidades Soporte doble para buretas x 2 unidades Peras de goma x 50 unidades Estuches de disección x 10 unidades Frascos para muestra con tapa x 1000 unidades Tubo eppendorf x 2000 unidades Embudos grandes x 12 unidades Buretas con llave reta de vidrio 10ml x 2 unidades Bureta con llave recta de vidrio 25ml x 2 unidades Pipetas graduadas x 10 unidades Escobillones de limpieza x 16 escobillones</p>	<p>Test plastic tube with top 100units/bag x 16 bags Slides 50units/box x 49 boxes Manual softener x 5 units Small Pasteur pipettes 250units/box x 8 boxes 3 finger tweezers x 6 units Plastic test tube 250ml x 6 units Beaker x 12 units Metal bar x 10 units Stand ENOSA x 1 unit Rings for standings x 4 units Tray x 10 units Blue spike x 10000 units Small funnel x 12 units Pipettes 5ml x 20 units Pipettes 1ml x 20 units Mortar x 6 units Pipettes 25ml x 20 units Curved pin x 9 units Alcohol lamp x 4 units Pasteur rubber teat x 1 bag Flask 10ml x 2 units Kolle handle small x 10 units Kolle handle big x 10 units Refill handles x 25 units Bunsen lighter x 2 units Hoffman tweezers x 5 units Stand x 3 units Water distilling kit x 2 kits Mortar x 4 units Watchglass x 3 units Small mortars x 3 units Slide storing boxes x 5 boxes Tops for big test tube x 1000 units Tops for small test tube x 1000 units Flask 50ml x 2 units Flask 200ml x 2 units Big test tube x 500 units Small test tube x 500 units Small beaker x 12 units Rack x 10 units Double burette support x 2 units Rubber sniffer x 50 units Dissection case x 10 units Sample jar with top x 1000 units Eppendorf tube x 2000 units Big funnel x 12 units Burette 10ml x 2 units Burette 25ml x 2 units Pipette x 10 units Cleaning swab x 16 units</p>
--	---

A. Meana

<p>Pipetas Pasteur grandes 250/caja x 8 cajas Tubo eppendorf x 6000 unidades Malla de cerámica para mechero bunsen x 2 unidades Puntas pequeñas x 1000 unidades Puntas amarillas x 10000 unidades Vaso de precipitados grande x 12 unidades Soportes para mechero bunsen x 2 unidades Copa de sedimentación x 1 unidad Centrífuga manual x 1 unidad Lámpara de alcohol x 1 unidad Morteros x 7 unidades Desecador x 1 unidad Parafilm x 4 rollos Buretas con llave recta de vidrio 50ml x 2 unidades Perlas de vidrio x 1kg Cubreobjetos x 4000 unidades Frasco roscado ISO tapón azul x 2 cajas Probetas 1000ml x 3 unidades Pipetas x 4 cajas Varillas para agitar x 10 unidades Tubos de ensayo x 1000 unidades Brazos de sujeción x 40 unidades Pipetas 10ml x 1 unidad Probeta 250ml x 1 unidad Contador x 1 unidad Gradillas x 4 unidades Chupetes medianos x 1 caja Placas de petri plásticas x 500 unidades Botes de muestra x 10 unidades Morteros x 2 unidades Probeta 250ml x 1 unidad Gradilla grande x 1 unidad Frascos cristal x 3 unidades Centrífuga x 1 equipo Micro-pipetas x 10 unidades Lupa de mesa x 1 unidad Lupa para el recuento de colonias x 1 unidad Tubos x 2 cajas Modelos de estudio del enlace químico x 2 cajas Equipamiento vario de cirugía x 1 caja Vacutainer x 1 bolsa Torundas x 1 bolsa Tubos de sangre x 1 bolsa Espéculos x 8 unidades Algodón x 1 rollo Drenajes x 6 unidades Tubos x 13 cajas Cajas para almacenar puntas x 16 cajas Elementos para sujetar material x 1 caja Pie x 7 unidades Varillas de soporte x 10 unidades Elementos para unir material x 1 bolsa Mecheros bunsen x 6 unidades Mecheros bunsen con sistema x 10 unidades Pinzas de calor x 4 unidades Pipetas de segundo uso x 15 unidades Matraces de segundo uso x 6 unidades Buretas de segundo uso x 3 unidades Pipetas Pasteur de plástico embolsadas x 10 bolsas Estufa de cultivos x 1 unidad Ordenadores de segunda mano x 5 unidad</p>	<p>Big Pasteur pipettes 250/box x 8 boxes Eppendorf tube x 6000 units Metal mesh for Bunsen lighter x 2 units Small spike x 1000 units Yellow spike x 10000 units Big beaker x 12 units Stand for Bunsen lighter x 2 units Sedimentation cup x 1 unit Manual centrifuge x 1 unit Alcohol lamp x 1 unit Mortar x 7 units Dryer x 1 unit Parafilm x 4 units Burette 50ml x 2 units Glass pearls x 1 kg Slice cover x 4000 units ISO jar with blue top x 2 boxes Test tube 1000ml x 3 units Pipettes x 4 boxes Shaking dipstick x 10 units Test tube x 1000 units Tweezers for lab material x 40 units Pipettes 10ml x 1 unit Test tube 250ml x 1 unit Counter x 1 unit Rack x 4 units Rubber teat x 1 box Petri dish x 500 units Sampling Jar x 10 units Mortar x 2 units Test tube 250ml x 1 unit Rack x 1 unit Glass jar x 3 units Centrifuge x 1 equipment Micro-pipettes x 10 units Magnifying glass x 1 unit Magnifying glass designed to count colonies x 1 unit Test-tube x 2 boxes Chemistry link study model x 2 boxes Surgery equipment x 1 box Vacutainer x 1 bag Swab x 1 bag Blood test tube x 1 bag Speculum x 8 units Cotton x 1 roll Surgery drainage x 6 units Test tube x 13 boxes Empty boxes to store spikes x 16 boxes Elements to stand material x 1 box Stands x 7 units Metal bar x 10 units Elements to link material x 1 bag Bunsen lighter x 6 units Bunsen lighter with system x 10 units Tweezers for hot material x 4 units Second hand pipettes x 15 units Second hand flask x 6 units Second hand burette x 3 units Pasteur plastic pipettes x 10 bags Culture Oven x 1 unit Second hand laptops x 5 units</p>
---	--



HOJA 2 DE 2/SHEET 2 OF 2

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 1/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 44,25 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/MATERIAL DESCRIPTION	Tubo plástico para análisis con tapa 100u/bolsa x 16 bolsas Portaobjetos caja 50 unidades x 49 cajas Maceradores manuales x 5 unidades Pipetas Pasteur pequeñas 250u/caja x 8 cajas Pinza universal 3 dedos x 6 unidades Probeta plástica 250ml x 6 unidades Vasos de precipitados x 12 unidades Varillas largas de metal para soporte de laboratorio x 10 unidades Pie de laboratorio para montaje de equipos ENOSA x 1 unidad Aros de sujeción x 4 unidades	Test plastic tube with top 100units/bag x 16 bags Slides 50units/box x 49 boxes Manual softener x 5 units Small Pasteur pipettes 250units/box x 8 boxes 3 finger tweezers x 6 units Plastic test tube 250ml x 6 units Beaker x 12 units Metal bar x 10 units Stand ENOSA x 1 unit Rings for standings x 4 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 2/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 30,05 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/MATERIAL DESCRIPTION	Bandejas x 10 unidades Puntas azules x 10000 unidades Embudos rama corta x 12 unidades Pipetas 5ml x 20 unidades Pipetas 1ml x 20 unidades Morteros x 6 unidades Pipetas 25ml x 20 unidades Pinzas de punta curva roma x 9 unidades Lámparas de alcohol x 4 unidades Tetina de goma para pipeta Pasteur x 1 bolsa Matraz aforado 10ml x 2 unidades Mango de Kolle corto x 10 unidades Mango de Kolle largo x 10 unidades Recambio de asas x 25 asas Mechero bunsen x 2 unidades Pinzas para tubo tipo Hoffman x 5 unidades Soporte pie de plato x 3 unidades	Tray x 10 units Blue spike x 10000 units Small funnel x 12 units Pipettes 5ml x 20 units Pipettes 1ml x 20 units Mortar x 6 units Pipettes 25ml x 20 units Curved pin x 9 units Alcohol lamp x 4 units Pasteur rubber teat x 1 bag Flask 10ml x 2 units Kolle handle small x 10 units Kolle handle big x 10 units Refill handles x 25 units Bunsen lighter x 2 units Hoffman tweezers x 5 units Stand x 3 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 3/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 29,15 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Equipos de destilación de agua completos x 2 equipos Morteros de porcelana x 4 unidades Vidrio de reloj x 3 unidades Morteros de porcelana pequeños x 3 unidades Cajas para almacenar preparaciones x 5 cajas Tapón para tubo grande x 1000 unidades Tapón para tubo pequeño x 1000 unidades Matraz aforado 50ml x 2 unidades Matraz aforado 200ml x 2 unidades Tubos de ensayo grande x 500 unidades Tubos de ensayo pequeños x 500 unidades Vaso de precipitado pequeño x 12 unidades Gradillas x 10 unidades Soporte doble para buretas x 2 unidades Peras de goma x 50 unidades Estuches de disección x 10 unidades	Water distilling kit x 2 kits Mortar x 4 units Watchglass x 3 units Small mortars x 3 units Slide storing boxes x 5 boxes Tops for big test tube x 1000 units Tops for small test tube x 1000 units Flask 50ml x 2 units Flask 200ml x 2 units Big test tube x 500 units Small test tube x 500 units Small beaker x 12 units Rack x 10 units Double burette support x 2 units Rubber sniffer x 50 units Dissection case x 10 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 4/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 15,40 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Frascos para muestra con tapa x 1000 unidades Tubo eppendorf x 2000 unidades Embudos grandes x 12 unidades Buretas con llave recta de vidrio 10ml x 2 unidades Bureta con llave recta de vidrio 25ml x 2 unidades Pipetas graduadas x 10 unidades Escobillones de limpieza x 16 escobillones	Sample jar with top x 1000 units Eppendorf tube x 2000 units Big funnel x 12 units Burette 10ml x 2 units Burette 25ml x 2 units Pipette x 10 units Cleaning swab x 16 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 5/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 29,60 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Pipetas Pasteur grandes 250/caja x 8 cajas Tubo eppendorf x 6000 unidades Malla de cerámica para mechero bunsen x 2 unidades Puntas pequeñas x 1000 unidades Puntas amarillas x 10000 unidades Vaso de precipitados grande x 12 unidades Soportes para mechero bunsen x 2 unidades Copa de sedimentación x 1 unidad Centrífuga manual x 1 unidad Lámpara de alcohol x 1 unidad Morteros x 7 unidades Desecador x 1 unidad Parafil x 4 rollos Buretas con llave recta de vidrio 50ml x 2 unidades Perlas de vidrio x 1kg Cubreobjetos x 4000 unidades	Big Pasteur pipettes 250/box x 8 boxes Eppendorf tube x 6000 units Metal mesh for Bunsen lighter x 2 units Small spike x 1000 units Yellow spike x 10000 units Big beaker x 12 units Stand for Bunsen lighter x 2 units Sedimentation cup x 1 unit Manual centrifuge x 1 unit Alcohol lamp x 1 unit Mortar x 7 units Dryer x 1 unit Parafil x 4 units Burette 50ml x 2 units Glass pearls x 1 kg Slide cover x 4000 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 6/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 30,15 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Frasco roscado ISO tapón azul x 2 cajas Probetas 1000ml x 3 unidades Pipetas x 4 cajas Varillas para agitar x 10 unidades Tubos de ensayo x 1000 unidades Brazos de sujeción x 40 unidades Pipetas 10ml x 1 unidad Probeta 250ml x 1 unidad Contador x 1 unidad Gradillas x 4 unidades Chupetes medianos x 1 caja	ISO jar with blue top x 2 boxes Test tube 1000ml x 3 units Pipettes x 4 boxes Shaking dipstick x 10 units Test tube x 1000 units Tweezers for lab material x 40 units Pipettes 10ml x 1 unit Test tube 250ml x 1 unit Counter x 1 unit Rack x 4 units Rubber teat x 1 box

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 7/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 17,10 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Placas de petri plásticas x 500 unidades Botes de muestra x 10 unidades Morteros x 2 unidades Probeta 250ml x 1 unidad Gradilla grande x 1 unidad Frascos cristal x 3 unidades	Petri dish x 500 units Sampling Jar x 10 units Mortar x 2 units Test tube 250ml x 1 unit Rack x 1 unit Glass jar x 3 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 8/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 31,85 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Centrífuga x 1 equipo Micro-pipetas x 10 unidades Lupa de mesa x 1 unidad Lupa para el recuento de colonias x 1 unidad Tubos x 2 cajas	Centrifuge x 1 equipment Micro-pipettes x 10 units Magnifying glass x 1 unit Magnifying glass designed to count colonies x 1 unit Test-tube x 2 boxes

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 9/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 26,20 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Modelos de estudio del enlace químico x 2 cajas Equipamiento varío de cirugía x 1 caja Vacutainer x 1 bolsa Torundas x 1 bolsa Tubos de sangre x 1 bolsa Espéculos x 8 unidades Algodón x 1 rollo Drenajes x 6 unidades	Chemistry link study model x 2 boxes Surgery equipment x 1 box Vacutainer x 1 bag Swab x 1 bag Blood test tube x 1 bag Speculum x 8 units Cotton x 1 roll Surgery drainage x 6 units

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 10/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 65,40 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	Tubos x 13 cajas Cajas para almacenar puntas x 16 cajas Elementos para sujetar material x 1 caja Pie x 7 unidades Varillas de soporte x 10 unidades Elementos para unir material x 1 bolsa Mecheros bunsen x 6 unidades Mecheros bunsen con sistema x 10 unidades Pinzas de calor x 4 unidades Pipetas de segundo uso x 15 unidades Matraces de segundo uso x 6 unidades Buretas de segundo uso x 3 unidades Pipetas Pasteur de plástico embolsadas x 10 bolsas	Test tube x 13 boxes Empty boxes to store spikes x 16 boxes Elements to stand material x 1 box Stands x 7 units Metal bar x 10 units Elements to link material x 1 bag Bunsen lighter x 6 units Bunsen lighter with system x 10 units Tweezers for hot material x 4 units Second hand pipettes x 15 units Second hand flask x 6 units Second hand burette x 3 units Pasteur plastic pipettes x 10 bags

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 11/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 35,00 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	ESTUFA DE CULTIVOS	CULTURE OVEN

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

Aranzazu Meana

CONVENIO DE COLABORACIÓN AIRBUS MILITARY – UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
 COLLABORATION AGREEMENT AIRBUS MILITARY – COMPLUTENSE UNIVERSITY OF MADRID



APOYO INSTITUCIONAL AL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN GHANA
 INSTITUTIONAL SUPPORT FOR BEEKEEPING DEVELOPMENT AT NORTHERN GHANA



BULTO/ITEM 12/12	DE/FROM DPTO. SANIDAD ANIMAL. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. AVDA PUERTA DE HIERRO S/N. 28080 MADRID.	A/TO ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE. PONG TAMALE. P.O.BOX TL300. TAMALE. N/R.
PESO/WEIGHT 13,50 kg	PERSONA DE CONTACTO ARÁNZAZU MEANA 0034607374897	CONTACT PERSON ERIC OBENG 00233203896483
DESCRIPCIÓN MATERIAL/ MATERIAL DESCRIPTION	5 ORDENADORES PORTÁTILES DE 2ª MANO	5 SECOND HAND LAPTOP

HOJA 1 DE 1/SHEET 1 OF 1

PROJECT DIRECTOR'S SIGNATURE

Aranzazu Meana

ANEXO VII

ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO EN APIDOLOGIE

Apidologie (2017) (Under review)
©INRA, DIB and Springer-Verlag France

Honey bee pathogens in Ghana and the presence of contaminated beeswax

Miguel Llorens-Picher^{a*}, Mariano Higes^b, Raquel Martín-Hernández^c, Pilar De la Rúa, Irene Muñoz^d, Kwame Aidoo^e, Eric Obeng Bempong^f, Faustina Polkuraf^f, Aránzazu Meana^a

^a Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, Spain. ^b Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, IRIAF, Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA), Laboratorio de Patología Apícola, Marchamalo (Guadalajara), Spain. ^c Instituto de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología (INCRECYT), Parque Científico de Albacete, Spain. ^d Dpto de Zoología y Antropología Física, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, Spain. ^e GEF/UNEP/FAO Global Pollination Project Ghana, Department of Entomology and Wildlife, University of Cape Coast, Cape Coast, Ghana. ^f Animal Health and Production College, University of Cape Coast, P.O. TL300, Pong-Tamale, NR. Ghana.

Abstract - A nationwide survey was performed to study the distribution of parasites, pathogens and pesticides in managed honey bee populations in Ghana. When 45 colonies were sampled and inspected for signs of disease, *Varroa destructor* was the most prevalent parasite (89%; n=40), all mites corresponding to the Korean haplotype of this pathogen. *Aethina tumida* (42%; n=19) and *Braula coeca* (7%; n=3) were also detected, as were *Melisococcus plutonius* and trypanosomatids (7%). By contrast, *Nosema* spp., *Acarapis* spp., *Ascospaera apis*, and *Paenibacillus larvae* were not detected by molecular screening. Amitraz was the most widely distributed pesticide (75%; n=23) followed by coumaphos (47%; n=15), chlorpyrifos (34%; n=15) and fluvalinate (31%; n=10). This survey lays the groundwork for further monitoring of honey bee populations in Ghana.

Epidemiology / Ghana / *Varroa* / Pesticides / Honey bees

1. INTRODUCTION

Managed honey bees (*Apis mellifera* L.) are widely known for their importance as pollinators and honey producers (Allsopp et al. 2008; Strauss et al. 2013). Indeed, the productivity of many valuable crops is strongly tied to honey bee pollination services, reflecting a global value of 153 billion € and a value of 11.9 billion € in Africa alone (Gallai et al. 2009). However, these values are based on services rendered only by managed honey bees and thus, they underestimate the true value of pollination (Allsopp et al. 2008). Wild honey bee populations are an important characteristic of Sub-Saharan African countries (Moritz et al. 2005), a distinctive feature that has been neglected in smallholding crop system ecosystem services research (Garibaldi et al. 2016) where beekeeping is mostly based on trapping swarms from the wild. This contrasts considerably with Europe or North America where apiculture is breeding based, a feature that has affected the population structure of European honey bee subspecies (De la Rúa et al. 2009).

While the health of honey bees in Europe and North America has been an important topic of research in recent years (Genersch 2010), the health status of honey bees in Africa has been largely ignored (Dietemann et al. 2009; Frazier et al. 2010; Strauss et al. 2013; Pirk et al. 2016). Honey bee pathogens have been detected in some studies carried out in Africa, mainly in East Africa, although unlike other parts of the world no

significant deleterious effects of these pathogens were evident (Dietemann et al. 2009; Rosenkranz et al. 2010). Nevertheless, recent reports of declining feral honey bee colonies in South Africa suggests that this region may be experiencing similar colony loss to other regions around the globe (Neumann and Carreck 2010; Goulson et al. 2015).

As a result, African honey bees have been considered to be more resistant or better adapted to the effects of most common parasites (Moretto et al. 1991; DeJong and Soares 1997; Vieira et al. 2000; Moretto and De Mello 2001). Studies into the spread and distribution of *Varroa destructor* (Anderson and Trueman 2000) and other pathogens in South Africa (Strauss et al. 2013, 2014a, 2014b, 2016; Mortensen et al. 2016), Kenya (Frazier et al. 2010), Uganda (Chemurot et al. 2016) or Benin (Paraíso et al. 2011) support this hypothesis. However, very few surveys have been undertaken in West African countries representing a significant gap in our understanding of the incidence, prevalence, diversity and geographic distribution of honey bee diseases on that continent (Muli et al. 2014; Mumoki et al. 2014). The presence of *V. destructor* has been reported in bee colonies from Ghana (Frazier et al. 2010; Mutsaers 2012, personal communication), yet there is no information available as to the prevalence and haplotype of *Varroa* in Ghana, or on the presence of other agents such as *Nosema apis* (Zander 1909), *Nosema ceranae* (Fries 1996) or *Braula coeca* (Nitzsch 1818; reviewed by Pirk et al. 2016). By

contrast, some pathogens have been described in nearby countries, such as *B. coeca* in Benin (Paraíso et al. 2011).

In July 2013, a nationwide survey was carried out to obtain comprehensive information about the distribution of parasites, pathogens (excluding viruses) and pesticides in honey bee populations throughout Ghana. Given the relatively recent report of *Varroa* in this region and the lack of knowledge about the health status of honey bee colonies, this survey lays the groundwork to examine the factors affecting honey bee health in Ghana to further monitor the honey bee colony losses in this country.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Sample collection

The colonies surveyed (n=45) were distributed across 19 different geo-identified locations from the Upper East region of the country and covering seven of the ten regions in Ghana (Fig. 1; Supplementary table 1). Since there is no obligation to register as a beekeeper at any official establishment in Ghana, the list of beekeepers to be contacted was provided by Dr Kwame Aidoo, professor at Cape Coast University (Ghana).

All samples were taken after sunset with the help of local beekeepers that manage the hives. House honey bees (>150) and a piece of brood comb were taken from each hive, and where possible, both comb-stored pollen and wax were also collected and kept chilled for further analysis.

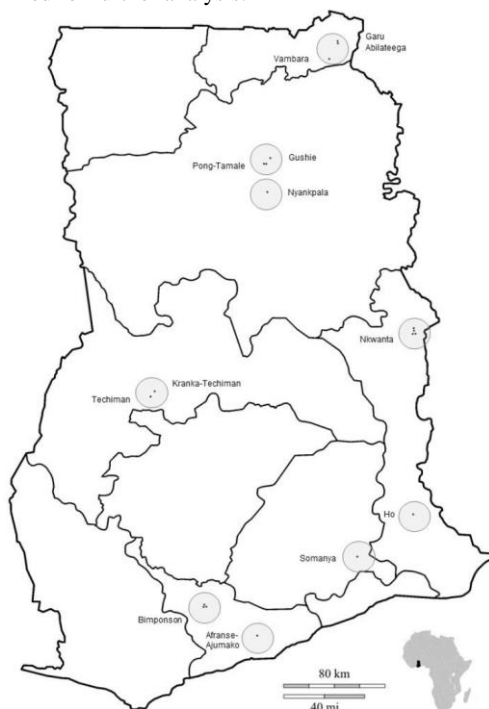


Figure 1. Map of Ghana showing the sampling sites (dots) and the names of the locations.

2.2 Survey of beekeepers

Beekeepers at each sampling location filled out a questionnaire on beekeeping skills, apiary size and management, production and health status (see Supplementary material).

2.3 Molecular identification of honey bees and mites

Total DNA from honey bees (three worker legs) and mites (whole individuals) was extracted following a modified Chelex-based method (Walsh et al. 1991; Muñoz et al. 2008). The mitochondrial haplotype of 31 worker bees from 14 different locations was determined as described previously (Evans et al. 2013) and based on sequence variation in the intergenic *cox1*-*tRNA^{Leu}* region (Garnery et al. 1993). A total of 19 mites from 12 different locations were identified as described previously (Anderson and Fuchs 1998; Muñoz et al. 2008) and based on PCR-RFLP of a fragment of the mitochondrial *cox1* gene following digestion with the *XhoI* and *SacI* enzymes.

2.4 Pathogen screening

Varroa mite detection was performed in situ as described previously (Higes et al. 2009; Garrido Bailón 2013). Adult bees were frozen for handling, while brood cells were opened directly to count the *Varroa* mites. Evidence of any other pests and any other findings were also noted. Mite infestation of adult bees and brood was calculated as the number of mites per 100 bees or cells, respectively. The adult bees and brood samples were then maintained in ethanol (70%) for PCR analyses. A broad screening of pathogens was then performed in Spain using previously published PCR assays for brood and adult pathogens (see below). Samples were washed to remove the alcohol and for each colony, 30 worker bees were macerated in 15 ml H₂O using sterile bags with a filter. The resulting tissue pellets were resuspended in 3 ml sterile water and 400 µl was transferred to a 96-well plate (Qiagen) with glass beads (2 mm diameter: Sigma). Samples were then processed as described previously (Martín-Hernández et al. 2012). All PCR analyses were performed using previously published assays for brood pathogens, such as: *Ascospaera apis*, *Paenibacillus larvae* and *Melissococcus plutonius* (Garrido-Bailón et al. 2013); *Nosema apis* and *Nosema ceranae* (Martín-Hernández et al. 2012); *Acarapis* spp. (Garrido-Bailón et al. 2012); trypanosomatids and neogregarines (Meeus et al. 2010); and small hive beetle (SHB: Ward et al. 2007). Given that the 18S rDNA gene alone is unsuitable to define the trypanosomatid species infecting honey bee colonies, these were also studied as described elsewhere (Cepero et al. 2014). All the sequences used for these analyses have been uploaded to GenBank.

2.5 Pesticide analysis on bees wax

Bees wax samples (n = 32; Table 1) were analysed by Dr Picó (Universitat de València) using a modified QuEChERS method (Krupke et al. 2012; Lambert et al. 2013) that is capable of detecting 58 compounds with a limit of detection <10 ng g⁻¹ in all cases.

2.6 Statistical analysis

Spearman correlation tests were performed to compare the different incidences of the pathogens and parasites detected in relation to altitude. Each sampling site was assigned an altitude value using GIS software ArcGis v.9.2 (ESRI, Redlands, CA, USA: Table 1) and the statistical analysis was performed using SAS 9.4.

3. RESULTS

The questionnaire completed by the beekeepers showed that only three out of the nineteen beekeepers surveyed practiced beekeeping professionally (i.e.: all their income came from beekeeping), while for the majority it was a complementary work. All their managed hives were “Top Bar” hives of different shapes and none used wax foundations. While they all produced and sold honey and bees wax, only 53% (n=10) harvested propolis and 11% (n=2) pollen. Most of the beekeepers surveyed (all but two) were neither aware of the presence of *V. destructor* mites nor had they observed any negative impact on the survival and/or productivity of their honey bees. In fact, while 42% of beekeepers (n=8) had lost colonies in recent years, none had attributed this to poor health but rather to the absconding phenomena. SHB and the wax moth (*Galleria mellonella*) were best known among the beekeepers (74%; n=14), yet none of the beekeepers surveyed apparently used any treatment against any pest or disease.

In terms of haplotype characterization, all the samples but one were of the African AI sub-lineage and three haplotypes were detected: A1 (n=25), A4 (n=3) and A4' (n=2). The other sub-lineage detected was the African sub-lineage with an Atlantic distribution AIII, specifically the A14 haplotype was detected in one colony.

All the mites analysed showed 100% similarity to the Korean *V. destructor* haplotype described previously (Genbank AF106899: Anderson and Trueman 2000). In adult bees, *V. destructor* (phoretic mites) were found in 18 colonies (40%) with infestation levels ranging from 0.3 - 4.6% (mean 2.0%, s.d. 1.3). Significantly higher infestation was evident in brood cells, as it was seen in 40 out of the 45 colonies sampled and with values ranging from 1.7 - 105.0% (mean 15.9%, sd 22.4), representing a prevalence of 89%. Occasionally, mites caused double (n=32) or triple (n=15) infections in cells, although the most common finding was one mite per cell (n=352, representing 58% of the observed prevalence). No correlation was detected between *Varroa* prevalence and the altitude (elevation) of the collection sites ($\rho=0.4$).

Clinical inspection did not reveal any sign of varroosis, even though pests were readily detected in the colony. Indeed, 118 SHB were collected in 42% (n=19) of the colonies when sampling adult bees, *B. coeca* was found in three colonies, and wax moth

(*Galleria mellonella*) and big beetles (*Oplostomus fuliginus*) were morphologically identified (n=2). Pathogen screening failed to detect any of the following agents: *A. apis*, *P. larvae*, *N. apis*, *N. ceranae* and *Acarapis* spp. Conversely, the bacteria *M. plutonius* was present in three samples, as were trypanosomatids, yet no clinical signs of foulbrood disease were found in the samples.

Traces of 13 pesticides were found and none of the samples were free of such residues. The number of residues found ranged from one to nine per sample. Amitraz was the most widely distributed pesticide (75%) and it was the pesticide detected in the highest amounts (194-45.9 ng/g), followed by coumaphos (47%; 5-8.3 ng/g), chlorpyrifos (34%; 30-35 ng/g) and fluvalinate (31%; 2-365 ng/g), all commonly used varroicides in Europe and America, also used in other branches of agriculture too. The remaining chemicals detected were rarely present (3-6%) and they belonged to a wide range of agricultural or veterinary products that included thiabendazole, prochloraz or pyriproxyfen. In the questionnaire, none of the beekeepers recognized the use of any such treatments inside the hives

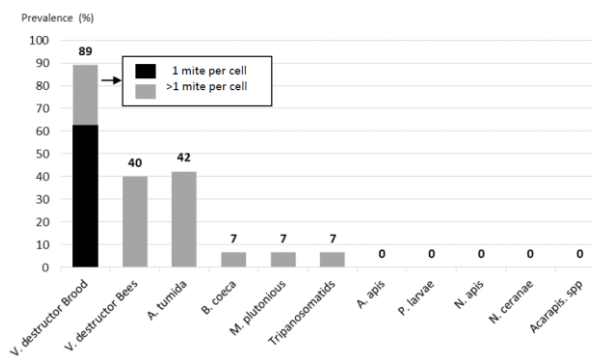


Figure 2. Pathogen prevalence in the honey bees sampled in Ghana.

Table 1. Beeswax samples and pesticide analysis. N means the number of analysed samples.

	N x	N positives (%)	μ (ng/g)	sd	max (ng/g)	min (ng/g)
Amitraz*	32	24 (75)	5556.0	9730.8	45890	194
Chlorfenvinphos	32	1 (3)	20.0		20	20
Chlorpyrifos	32	11 (34)	31.4	1.6	35	30
λ -cyaflotrin	32	1 (3)	160.0		160	160
Coumaphos	32	15 (47)	588.2	2140.4	8320	5
Ethion	32	1 (3)	40.0		40	40
Fluvalinate	32	10 (31)	239.5	90.9	365	2
Imazalil	32	1 (3)	50.0		50	50
Methiocarb	32	1 (3)	20.0		20	20
Prochloraz	32	2 (6)	40.0	14.1	50	30
Pyriproxyphen	32	2 (6)	37.5	17.7	25	25
Thiabendazole	32	2 (6)	37.5	10.6	45	30
Terbutylazine-2-hydroxy	32	1 (3)	10.0		10	10

*Amitraz was detected as its metabolite N-(2,4-dimethylphenyl)formamide, and values converted using their molecular mass (1 mole of DMMF whose mass is 162.0 comes from 1 mole of Amitraz, whose mass is 293.4).

4. DISCUSSION

There is considerable biodiversity among the *A. mellifera* subspecies on the African continent, yet beekeeping is not as fully developed there as it is in Europe. Indeed, eleven subspecies have been described on this continent (Ruttner 1988; Hepburn and Radloff 1998; Franck et al. 2000, 2001; Le Conte and Navajas 2008; Meixner et al. 2011): *A. m. intermissa* and *A. m.*

sahariensis in northwest Africa; *A. m. lamarckii* in Egypt; *A. m. simensis* in Ethiopia; *A. m. jemenitica*, *A. m. adansonii*, *A. m. scutellata*, *A. m. litorea*, *A. m. monticola* and *A. m. capensis* in sub-Saharan Africa; and *A. m. unicolor* in Madagascar; being *A. m. adansonii* the subspecies thought to inhabit Ghana (Hepburn and Radloff 1998). In relation to the evolutionary lineages, *A. m. adansonii* colonies were shown to belong to two African sublineages, mainly A1 but also AIII, with A1 and A4 being the most frequent haplotypes in this subspecies (Franck et al. 2001). Our results on the genetic composition of the honey bee colonies studied confirmed that described in other western African populations, and they corroborated the abundance of the A1 and A4 haplotypes. The presence of the A14 haplotype in these honey bees (described by De la Rúa et al. 1998 in honey bee colonies from the Canary Islands), albeit in a single unique colony, confirms the dispersion of the AIII sub-lineage along the Atlantic coast of Africa.

The honey bee mite *V. destructor* represents the greatest threat to apiculture and it is found almost universally (Rosenkranz et al. 2010). The presence of *V. destructor* was first described in one region in Ghana (Fazier et al. 2010), while the present data shows it to be widely distributed in all the regions sampled, although the Korean haplotype was the only one found. This haplotype is considered to be more virulent than the Japanese haplotype (Anderson and Trueman 2000) and it has also been reported in other African countries (Allsopp et al. 1997; Dietemann et al. 2009; Fazier et al. 2010; Muli et al. 2014; Mumoki et al. 2014; Chemurot et al. 2016), supporting the hypothesis that this mite is spreading throughout the continent.

A relatively high mean *Varroa* prevalence was found in brood, higher than that reported previously in Ghana (Fazier et al. 2010) and more similar to that reported for East Africa (Muli et al. 2014). Indeed, infestation rates are above the treatment threshold recognized for managed colonies in European subspecies of *A. mellifera* (Delaplane and Hood 1997). This high rates raise the question if indeed all colonies are tolerant, or if at current they are experiencing a selection process. Without underestimating the natural selection processes, it is important to note that no clinical signs of varroosis were detected on inspection (depopulation, deformed wings or brood abnormalities), supporting previously suggestions that African honeybees are more tolerant to *Varroa* mite infestation (Martin and Medina 2004; Dietemann et al. 2009; Muli et al. 2014; Strauss et al. 2014a). This tolerance might be related to the cell size, and the shorter capped time of both worker and drone cells (Martin and Medina 2004; Rosenkranz et al. 2010). These observations might also reflect the lower preference of the mites for worker cells in this honey bee species, explaining the fewer double or triple infestations found. This would also explain the low numbers of mites found on adult bees, and the relatively low levels observed in their brood in terms of prevalence and infection rates, similar to those reported

in other east African countries (Muli et al. 2014; Chemurot et al. 2016; Mortensen et al. 2016).

Another consideration on the high infestation rates would be whether this represents an invasion wave or not. Allsopp (2006) observed where very high mite levels before the development of mite tolerance, that took three to five years in the Cape honeybee (*Apis mellifera capensis*) and six to seven in the Savanna honeybee (*Apis mellifera scutellata*). According to Mutsaers (2012, personal communication), varroa mites are present in Northern Ghana at least since early 2008, being more likely that infestation levels found are due to local the subspecies tolerance to the mite and not to an invasion wave.

Ghana is located in a tropical region between the Equator and the Tropic of Cancer, with big differences in climate across the country. The North has a typically longer dry season than the South, with rainfall over a shorter period. Latitude has been suggested to be linked to *Varroa* levels in some areas due to the distinct environmental conditions, although infestation rates may vary for a number of reasons (Rosenkranz et al. 2010). Thus, a correlation with latitude might be due to some specific coincidences. In this study no correlation was found between the *Varroa* levels in hives and the altitude of the sampling site, in accordance with other data from tropical climates (Chemurot et al. 2016; Mortensen et al. 2016).

SHB (*Aethina tumida*) is known to represent no threat in sub-Saharan Africa since it is endemic to this region (Dietemann et al. 2009) and honey bees have co-evolved with it. However, high infestation rates might be responsible of some deleterious effects at both the colony level and in terms of production. SHB was distributed extensively in the samples studied here, yet no clinical effects were attributed to its presence.

The identification of *B. coeca* represents the first time this parasite has been found in Ghanaian honey bee colonies. Given the high levels of pesticides found in wax, it is a surprising finding, as most of the compounds found are both thought to act as insecticides and acaricides. However, the *Braula* levels detected are very low, similar to those reported in the bordering Benin (Paraiso et al. 2011), and so it can be considered a sporadic finding. In Europe, the widespread use of pesticides to control *Varroa* has eliminate *Braula* from the European honeybee colonies, and a similar situation in Ghana (with high levels of pesticides in the hives) might explain this results.

The low levels of *Oplostomus fuliginus* found indicates this pest currently do not suppose a serious health problem, even high levels can be problematic (Hepburn and Radloff 1998, reviewed by Pirk et al. 2016).

Molecular tools are very effective when identifying pathogens, although their detection should always be correlated to clinical signs in the host for a disease to be diagnosed. Detection of *M. plutonium* in

Ghana is not new (reviewed by Pirk et al. 2016), yet its low levels of detection and the absence of signs of foulbrood disease is a good indicator of health. This is the first time Trypanosomatids have been detected in an African country. While their true effect on honey bee health is still unknown, their presence has recently been correlated with colony losses in the USA and Belgium, especially when detected in conjunction with *N. ceranae* (Cornman et al. 2012; Runckel et al. 2011; Ravoet et al. 2013), although *N. ceranae* was not detected here in any sample.

To date, there has been no evidence of pesticides in bees wax from Ghana and according to the beekeeper's survey, no treatment was applied to the colonies and bees wax is not reused in foundations. Acaricides, herbicides and other insecticides are the most prevalent chemical residues found in managed colonies in Europe and North America (Bernal et al. 2010; Johnson et al. 2010; Mullin et al. 2010; Lambert et al. 2013), which were also the most prevalent chemical families found in this study. All pesticide levels were low compared to those reported from studies in Europe (Vázquez et al. 2015; García et al. 2017), with the exception of two of them: Amitraz and Coumaphos.

This results are worrisome due to the high levels found and because the route of exposure remains unclear. One hypothesis might be that beekeepers are pouring different commonly used pesticides for agriculture or tick control, in the nearby of the hives to avoid problems with ants or other common pests. The honey bee colony represents a nexus for the toxic compounds that can be found in an environment, although honey bee toxicity is labile and varies depending on the particular circumstances of a colony or individual bee (Johnson 2015). Bees' wax trade has in the past gone from Africa to Europe, being very unlikely that Ghana had imported polluted wax, raising the need to clarify both the route of exposure and the health impact of these high levels of the different compounds.

This survey provides key data for both researchers and beekeepers in Ghana. The results show that Varroa has spread to Ghana and is well established, while beekeepers are unaware of this, suggesting that it is indeed not a problem for their bees. However, the bees' wax contain several well-known varroacides, and how these may have come into the hives remains unknown.

This work lays the groundwork for further monitoring of bee populations in West Africa. The data presented here represents an initial incursion into the examination of the factors affecting honey bee health in a West African country. It was noteworthy that few pathogens were detected, including some of those directly linked to the colony collapse phenomena in Europe and North America. Monitoring this health situation may help clarify if honey bee colony losses are

also occurring in this geographical area and if so, what is the cause.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the help and support received by beekeepers from all over Ghana, with special mention to the staff at the Animal Health and Production College at Pong-Tamale, Dr Rosa Gálvez for her support using GIS software, and Airbus Defence and Space for their funding. IM was supported by a postdoctoral fellowship from the University of Murcia (R-1017/2015). PDLR received support from the COST Action FA1307 (SUPER-B). Financial support for this research was also provided by the 19908-GERM-15 project of Regional Excellence from the Fundación Séneca (Gobierno Regional de Murcia, Spain).

REFERENCES

- Allsopp, M. (2006) Analysis of Varroa destructor infestation of southern African honeybee populations. Master Thesis, University of Pretoria. Pretoria
- Allsopp, M., Govan, V., Davison, S. (1997) Bee health report: Varroa in South Africa. *Bee World* 78, 171–174
- Allsopp, M.H., de Lange, W.J., Veldtman, R. (2008) Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement. *PLoS One* 3, e03128
- Anderson, D.L., Fuchs, S. (1998) Two genetically distinct populations of Varroa jacobsoni with contrasting reproductive abilities on Apis mellifera. *J. Apic. Res.* 37, 69–78
- Anderson, D.L., Trueman, J.W. (2000) Varroa jacobsoni (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24, 165–189
- Bernal, J., Garrido-Bailón, E., Del Nozal, M.J., González-Porto, A.V., Martín-Hernández, R., Diego, J.C., Jiménez, J.J., Bernal, J.L., Higes, M. (2010) Overview of Pesticide Residues in Stored Pollen and Their Potential Effect on Bee Colony (Apis mellifera) Losses in Spain. *J. Econ. Entomol.* 103, 1964–1971
- Chemurot, M., Akol, A.M., Masembe, C., de Smet, L., Descamps, T., de Graaf, D.C. (2016) Factors influencing the prevalence and infestation levels of Varroa destructor in honeybee colonies in two highland agro-ecological zones of Uganda. *Exp. Appl. Acarol.* 68, 497–508
- Cornman, R.S., Tarpay, D.R., Chen, Y., Jeffreys, L., Lopez, D., Pettis, J.S., vanEngelsdorp, D., Evans, J.D. (2012) Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS ONE* 7, e043562
- De la Rúa, P., Serrano, J., & Galián, J. (1998). Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (Apis mellifera L.). *Molecular ecology* 7(11), 1543-1547
- De la Rúa, P., Jaffè, R., Dall'Olio, R., Muñoz, I., Serrano, J. (2009) Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie* 40, 263–284
- DeJong, D., Faculdade de M., Soares, A.E.E. (1997) An isolated population of Italian bees that has survived

- Varroa jacobsoni infestation without treatment for over 12 years. *Am. Bee J.* 137(10), 742-745
- Delaplane, K.S., Hood, W.M. (1997) Effects of delayed acaricide treatment in honey bee colonies parasitized by *Varroa jacobsoni* and a lateseason treatment threshold for the southeastern USA. *J. Apic. Res.* 36, 125–132
- Dietemann, V., Pirk, C.W.W., Crewe, R. (2009) Is there a need for conservation of honeybees in Africa? *Apidologie* 40, 285–295
- Evans, J.D., Schwarz, R.S., Chen, Y.P., Budge, G., Cornman, R.S., De la Rúa, P., de Miranda, J.R., Foret, S., Foster, L., Gauthier, L., Genersch, E., Gisder, S., Jarosch, A., Kucharski, R., Lopez, D., Lun, C.M., Moritz, R.F.A., Maleszka, R., Munoz, I., Pinto, M.A. (2013) Standard methods for molecular research in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research* 52(4), UNSP 52.4.11
- Frazier, M., Muli, E., Conklin, T., Schmehl, D., Torto, B., Frazier, J., Tumlinson, J., Evans, J.D., Raina, S. (2010) A scientific note on *Varroa destructor* found in East Africa; threat or opportunity? *Apidologie* 41, 463–465
- Franck, P., Garnery, L., Solignac, M., Cornuet, J.M. (2000) Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. *Apidologie* 31, 167-180
- Franck, P., Garnery, L., Loiseau, A., Oldroyd, B.P., Hepburn, H.R., Solignac, M., Cornuet, J.M. (2001) Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. *Heredity* 86, 420–430
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissière, B.E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68, 810–821
- García, M.D.G., Uclés, S., Fernández, A.B.L., Sosa, A., Fernández-Alba, A.R. (2017) Multiresidue method for trace pesticide analysis in honeybee wax comb by GC-QqQ-MS. *Talanta* 163, 54-64
- Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B.M., Ngo, H.T., Azzu, N., Sáez, A., Åström, J., An, J., Blochtein, B., Buchori, D., García, F.J.C., Silva, F.O. da, Devkota, K., Ribeiro, M. de F., Freitas, L., Gaglianone, M.C., Goss, M., Irshad, M., Kasina, M., Filho, A.J.S.P., Kiill, L.H.P., Kwapong, P., Parra, G.N., Pires, C., Pires, V., Rawal, R.S., Rizali, A., Saraiva, A.M., Veldtman, R., Viana, B.F., Witter, S., Zhang, H. (2016) Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351, 388–391
- Garnery, L., Solignac, M., Celebrano, G., Cornuet, J.M. (1993) A simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. *Experientia* 49, 1016–1021
- Garrido Bailón, M.E. (2013) Repercusión potencial en la cabaña apícola española de agentes nosógenos detectados en colonias de *Apis mellifera iberiensis* (info:eu-repo/semantics/doctoralThesis). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Garrido-Bailon, E., Bartolome, C., Prieto, L., Botias, C., Martínez-Salvador, A., Meana, A., Martín-Hernández, R., Higes, M. (2012) The prevalence of *Acarapis woodi* in Spanish honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Exp. Parasitol.* 132, 530–536
- Garrido-Bailon, E., Higes, M., Martínez-Salvador, A., Antunez, K., Botias, C., Meana, A., Prieto, L., Martín-Hernández, R. (2013) The prevalence of the honeybee brood pathogens *Ascosphaera apis*, *Paenibacillus larvae* and *Melissococcus plutonius* in Spanish apiaries determined with a new multiplex PCR assay. *Microb. Biotechnol.* 6, 731–739
- Genersch, E. (2010) Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 87, 87–97
- Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., Rotheray, E.L. (2015) Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347, e1255957
- Hepburn, H. R., Radloff, S.E. (1998) *Honeybees of Africa*. Springer, Berlin.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A.V., García-Palencia, P., Meana, A., Del Nozal, M.J., Mayo, R., Bernal, J.L. (2009) Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environ. Microbiol. Rep.* 1, 110–113
- Johnson, R.M. (2015) Honey Bee Toxicology. *Annu. Rev. Entomol.* 60, 415–434
- Johnson, R.M., Ellis, M.D., Mullin, C.A., Frazier, M. (2010) Pesticides and honey bee toxicity - USA. *Apidologie* 41, 312–331
- Krupke, C.H., Hunt, G.J., Eitzer, B.D., Andino, G., Given, K. (2012) Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. *PLoS One* 7, e29268
- Lambert, O., Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., L'Hostis, M., Wiest, L., Buleté, A., Delbac, F., Pouliquen, H. (2013) Widespread Occurrence of Chemical Residues in Beehive Matrices from Apiaries Located in Different Landscapes of Western France. *PLoS One* 8, e67007
- Le Conte, Y., Navajas, M. (2008) Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. *OIE Rev. Sci. Tech.* 27(2), 485-510
- Martin, S.J., Medina, L.M. (2004) Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa* mites. *Trends Parasitol.* 20, 112–114
- Martín-Hernández, R., Botías, C., Bailón, E.G., Martínez-Salvador, A., Prieto, L., Meana, A., Higes, M. (2012) Microsporidia infecting *Apis mellifera*: Coexistence or competition. Is *Nosema ceranae* replacing *Nosema apis*? *Environ. Microbiol.* 14, 2127–2138
- Meeus, I., De, G., Jans, K., Smagghe, G. (2010) Multiplex PCR detection of slowly-evolving trypanosomatids and neogregarines in bumblebees using broad-range primers. *J. Appl. Microbiol.* 109, 107–115
- Meixner, M.D., Leta, M.A., Koeniger, N., Fuchs, S. (2011) The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera*—*Apis mellifera simensis* n. ssp. *Apidologie* 42, 425–437
- Moretto, G., Gonçalves, L.S., De Jong, D., Bichuette, M.Z. (1991) The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud infestations in Brazil. *Apidologie* 22, 197–203

- Moretto, G., Jr, L.J. de M. (2001) Infestation and distribution of the mite *Varroa jacobsoni* in africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Interciencia* 26, 394–396
- Moritz, R.F.A., Härtel, S., Neumann, P. (2005) Global invasions of the western honeybee (*Apis mellifera*) and the consequences for biodiversity. *Ecoscience* 12, 289–301
- Mortensen, A.N., Schmechl, D.R., Allsopp, M., Bustamante, T.A., Kimmel, C.B., Dykes, M.E., Ellis, J.D. (2016) Differences in *Varroa destructor* infestation rates of two indigenous subspecies of *Apis mellifera* in the Republic of South Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 68, 509–15
- Muli, E., Patch, H., Frazier, M., Frazier, J., Torto, B., Baumgarten, T., Kilonzo, J., Kimani, J.N., Mumoki, F., Masiga, D., Tumlinson, J., Grozinger, C. (2014) Evaluation of the Distribution and Impacts of Parasites, Pathogens, and Pesticides on Honey Bee (*Apis mellifera*) Populations in East Africa. *PLoS One* 9, e094459
- Mullin, C.A., Frazier, M., Frazier, J.L., Ashcraft, S., Simonds, R., vanEngelsdorp, D., Pettis, J.S. (2010) High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLoS One* 5, e09754
- Mumoki, F.N., Fombong, A., Muli, E., Muigai, W.T., Masiga, D. (2014) An inventory of documented diseases of African honeybees. *Afr. Entomol.* 22, 473–487
- Muñoz, I., Garrido-Bailón, E., Martín-Hernández, R., Meana, A., Higes, M., Rúa, P.D. (2008) Genetic profile of *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera iberiensis* colonies. *J. Apic. Res.* 47, 310–313
- Neumann, P., Carreck, N.L. (2010) Honey bee colony losses. *J. Apic. Res.* 49, 1–6
- Paraíso, A., Cornelissen, B., Viniwanou, N. (2011) *Varroa destructor* infestation of honey bee (*Apis mellifera adansonii*) colonies in Benin. *J. Apic. Res.* 50, 321–322
- Pirk, C.W.W., Strauss, U., Yusuf, A.A., Demares, F., Human, H. (2016) Honeybee health in Africa—a review. *Apidologie* 47, 276–300
- Ravoet, J., Maharramov, J., Meeus, I., De Smet, L., Wenseleers, T., Smagghe, G., de Graaf, D.C. (2013) Comprehensive Bee Pathogen Screening in Belgium Reveals *Crithidia mellificae* as a New Contributory Factor to Winter Mortality. *PLoS One* 8, e72443
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B. (2010) Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr. Pathol.* 103 Suppl 1, S96-119
- Runckel, C., Flenniken, M.L., Engel, J.C., Ruby, J.G., Ganem, D., Andino, R., DeRisi, J.L. (2011) Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, *Nosema*, and *Crithidia*. *PLoS One* 6, e20656
- Ruttner, F. (1988) *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Strauss, U., Dietemann, V., Human, H., Crewe, R.M., Pirk, C.W.W. (2016) Resistance rather than tolerance explains survival of savannah honeybees (*Apis mellifera scutellata*) to infestation by the parasitic mite *Varroa destructor*. *Parasitology* 143, 374–387
- Strauss, U., Human, H., Gauthier, L., Crewe, R.M., Dietemann, V., Pirk, C.W.W. (2013) Seasonal prevalence of pathogens and parasites in the savannah honeybee (*Apis mellifera scutellata*). *J. Invertebr. Pathol.* 114, 45–52
- Strauss, U., Pirk, C.W.W., Crewe, R.M., Human, H., Dietemann, V. (2014a) Impact of *Varroa destructor* on honeybee (*Apis mellifera scutellata*) colony development in South Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 65, 89–106
- Strauss, U., Pirk, C.W.W., Dietemann, V., Crewe, R.M., Human, H. (2014b) Infestation rates of *Varroa destructor* and *Braula coeca* in the savannah honey bee (*Apis mellifera scutellata*). *J. Apic. Res.* 53, 475–477
- Vázquez, P. P., Lozano, A., Uclés, S., Ramos, M. M. G., Fernández-Alba, A. R. (2015) A sensitive and efficient method for routine pesticide multiresidue analysis in bee pollen samples using gas and liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 1426, 161-173.
- Vieira, J.C., Gonçalves, L.S., Jong, D.D. (2000) Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) are more efficient at removing worker brood artificially infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans than are Italian bees or Italian/Africanized hybrids. *Genet. Mol. Biol.* 23, 89–92
- Walsh, P.S., Metzger, D.A., Higuchi, R. (1991) Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *BioTechniques* 10, 506–513
- Ward, L., Brown, M., Neumann, P., Wilkins, S., Pettis, J., Boonham, N. (2007) A DNA method for screening hive debris for the presence of small hive beetle (*Aethina tumida*). *Apidologie* 38, 272–280

ANEXO VIII

PROTOCOLO PREVISTO PARA EL ENSAYO CLÍNICO Y DATOS DE CAMPO



Draft Study Protocol

Study-No: 2015-01-002

Pilot-Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* — Tropical Climate —

Sponsor:

BeeVital GmbH
Wiesenbergstraße 19

5464 Seeham
Austria

Study No: 2015-01-002
Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



General Information

Study Title and Number

Study Title: Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii*

Study Numbers: 2015-01-002

Participants of the Study and Test Sites

Sponsor: BeeVital GmbH.
Wiesenbergstr. 19
5464 Seeham
Austria
Tel: + 43 (0) 62 17 – 20 27 5
Fax: + 43 (0) 62 17 – 20 27 53

Sponsor's Representative: Mrs. Petra Stahl
Hasenberg 2b
21698 Brest
Germany
Tel: + 49 (0) 47 62 – 18 42 75

Testing Facility: **Animal Health and Production College (AHPC)**
Tamale Bolgatanga Road.
PONG-TAMALE, TAMALE, NR. Ghana

Investigator: Dr. Aránzazu Meana
Departamento de Sanidad Animal
Avda Puerta de Hierro s/n
28040 Madrid
Spain
Tel: +34 913943903

Deputy Investigator: Miguel Llorens Picher, DVM.

Other Responsible Personnel: The names and the responsibilities of other scientists or professionals, and of responsible technical personnel involved in the study will be included in the final report.

Study No: 2015-01-002
Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



Proposed Time Schedule

Animal Phase:

Start: September 2015

Completion: September 2015

Draft Report: December 2015

Study No: 2015-01-002
Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



Protocol Approval

On behalf of the Testing Facility

Date / Signature
Dr. Aránzazu Meana
Investigator

Date / Signature
Miguel Llorens, DVM
Deputy Investigator

On behalf of the Sponsor:

Date / Signature
Mrs. Petra Stahl
Sponsor's Representative

Study No: 2015-01-002
Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



Contents of Technical Part

Page	
1. Study Objective.....	6
2. Test Article	6
2.1. Test Article Details.....	6
2.2. Preparation of Test Article Formulation	6
3. Animals and Husbandry.....	6
3.1. Animal Specification	6
3.2. Groups and Group Size.....	7
3.3. Animal Health	7
3.4. Animal Identification.....	7
3.5. Husbandry	7
3.5.1. Housing.....	7
3.5.2. Environment.....	7
3.6. Food and Feeding.....	7
4. Experimental Design and Procedures	8
4.1. Experimental Design.....	8
4.2. Assignment to Treatment Groups.....	8
4.3. Administration of the Test Article.....	8
4.4. Duration of Treatment and Study	8
4.5. Clinical Observations	8
4.6. Colony Estimation.....	9
4.7. Mortality during Test Trial	9
5. Handling of Records.....	9
5.1. Raw Data Recording.....	9
5.2. Data to be Recorded.....	9
5.3. Records to be maintained.....	9
6. Reporting	9
7. Study Protocol Distribution	10
8. Summary of procedures	10



1. **Study Objective**

The aim of this study is to investigate and prove the efficacy of BeeVital HiveClean against the bee mite *Varroa destructor* in a Tropical Climate. This will be a preliminar study with the aim to obtain a first view of efficacy as no other control treatment is applied in Ghana against the varroa mite.

2. **Test Article.**

2.1. **Test Article Details**

Name:	BeeVital HiveClean
Active ingredients:	Oxalic acid dihydrate, Formic acid
Physical State:	Suspension
Presentation:	550 ml Bottle
Batch number:	To be reported
Supplied by:	Labor L+S AG Mangelsfeld 4 97708 Bad Bocklet-Großenbrach Germany
Expiry Date:	To be reported
Receipt:	To be reported
Storage:	Do not store above 20 °C
Directions for use:	Shake well before use. Trickle on bees in occupied bee spaces in the hives.
Documentation:	A certificate of analysis will be provided by the sponsor and will be presented in the final report.

2.2. **Preparation of Test Article Formulation**

The test article is administered by trickling on bees in occupied bee spaces in the hives once per treatment period.

3. **Animals and Husbandry**

3.1. **Animal Specification**

Species:	<i>Apis mellifera adansonii</i>
Breed:	To be defined
Number:	A total of 20 colonies will be prepared: <ul style="list-style-type: none">- Test group: 10 + 2 reserve- Control group: 6 + 2 reserve (treated with <i>flumethrin</i>) All hives must contain brood. If possible, hives with less than 6 frames (Kenyan Top Bar Hive) covered with bees will be discarded.

Study No: 2015-01-002
 Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



	<p>Proposed hive allocation to groups:</p> <p>All hives [test group hives (10 + 2 reserve) and control group hives (6 + 2 reserve treated with <i>flumethrin</i>)] will be placed at one location if possible.</p> <p>After the real field situation is confirmed, the number of hives enrolled in the study can be reduced.</p>
Supplier/Breeder:	Animal Health and Production College (AHPC) Tamale Bolgatanga Road. PONG-TAMALE. TAMALE, NR. Ghana
Colony estimation at study initiation	Weight, number of frames covered by bees and total number of Top Bars will be noted at every colony estimation.
Infestation level Mites:	approximately 0.0% - 15.0%

3.2. Groups and Group Size

The study is performed with 1 test group comprising 12 hives (10 + 2 reserve) and one control group comprising 8 hives (6 + 2 reserve) treated with flumethrin

Group	Number of Hives	Hive Numbers
I	12 (10 + 2 reserve)	To be reported
II	8 (6 + 2 reserve)	To be reported

3.3. Animal Health

The colony status of the bees and hives used in this study is examined before initiation of the study during the first colony estimation to ensure that no clinical findings are present which would disqualify the animals for the study.

3.4. Animal Identification

The hives are marked with tags facilitating data collection (see 6.2).

3.5. Husbandry

3.5.1. Housing

To this study we are using Kenyan Top Bar Hives (local measures will be noted in the final report). Bees attached their combs to the upper bars. The main bee entrance is made in one side, near the bottom and near one end.

3.5.2. Environment

Temperature at the hives and relative humidity at the location will be obtained from internet.

3.6. Food and Feeding

None.



4. **Experimental Design and Procedures**

4.1. **Experimental Design**

Group	No. of Hives	Treatment Period			1 ml/Hive	2 ml/Hive	3 ml/Hive
		Article	Route				
I	12 (10 + 2 reserve)	BeeVital Hive Clean	Trickling	A ¹	A ¹	A ¹	
II	8 (6 + 2 reserve)	Control ² (flumethrin)	-----	-----	-----	-----	

¹: Dosage and Application: 15 ml to 30 ml per treatment for average colonies; 30 ml to 45 ml for strong colonies; trickling on bees in occupied bee spaces in the hives every 6 days for 3 times.

²: Flumethrin treatment according to package insert.

Six days after treatment 3, FUT will be done with PERIZIN®

Dosages are based on the nominal content of active ingredients in the test article formulation supplied by the sponsor.

4.2. **Assignment to Treatment Groups**

Appropriate colonies are randomly allocated to the groups.

4.3. **Administration of the Test Article**

During an application, a quantity of 15 to 30 ml for average colonies, or 30 to 45 ml for strong colonies of the suspension is trickled directly on the bees in occupied bee spaces in the hives.

According to the temperature in the hives, the distribution of bees in combs is different. If the lower dosage is not sufficient to be trickled on all bees in all occupied bee spaces the higher dosage should be used.

Application time: night (due to bees' handling procedures in Ghana).

4.4. **Duration of Treatment and Study**

BeeVital HiveClean provided by sponsor is given in a repeated dosage of 15 to 30 ml for average colonies, 30 to 45 ml for strong colonies per hive every 6 days for 3 to 5 times. To this pilot study only 3 treatments are approved, as they cover the whole reproductive cycle of the varroa mite.

4.5. **Clinical Observations**

Evaluation of efficacy will be calculated, if possible, according to Varroa Guideline (EMA).

Study No: 2015-01-002
Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



In case this is not possible, infestation levels in brood and bees both at the beginning and end of the study will be noted and will give information about efficacy.

4.6. Colony estimation

Colony estimations (weight, number of frame occupied by bees and total number of Top Bars) will be performed before the first treatment, right before the FUT and one week after FUT.

Appearance of other diseases (nosemosis, foulbrood, chalkbrood, malphigamoebiosis) will be investigated in case of clinical symptoms (colony losses or weak colonies).

4.7. Mortality during test trial

If possible, mite mortality will be monitored with the use of mite traps specially designed for the study. Floor boards counted 1 x a week during the application of the study time.

5. Handling of Records

5.1. Raw Data Recording

Raw data are to be recorded contemporaneously (i.e. at the time of observation) and readably. The individual observing and recording the data must sign and date his/her performer. A pencil must not be used for written records.

Corrections to the raw data should be made by drawing one straight line through the original entry in such a way that it still remains legible. The correct data should be inserted with date, signature (or initials), and with reasons for change (if need for understandability).

5.2. Data to be Recorded

The following data are recorded:

- Colony data
- Details of administration of the test article
- Clinical observations
- Mortality data

5.3. Records to be maintained

The following will be maintained as the raw data for the study:

- Signed study protocol and amendments
- Deviations from the study protocol
- Test article records
- Contact records
- Records of the observations and results recorded during the course of the study

6. Reporting

The results of the experimental part of the study are reported in two originals test report in English. One bound original and one unbound copy of the final report are sent to the sponsor. One original is kept by the Investigator.



The original raw data of the study have to be sent to the sponsor. A copy of the raw data is kept by the Investigator.

7. Study Protocol Distribution

- Study file (original)
- Investigator
- Responsible technicians
- All other personnel and scientists involved in study conduct

One original of the study protocol will be sent to the sponsor.

8. Summary of procedures

Role	Study Day	Description
Investigator	Before Day -1 (prior to treatment)	Apiary details and history recording. Identification of bee colonies (hives) recording. Check for inclusion and exclusion. <u>Hive evaluation:</u> Colony strength Presence and amount of brood. Introduction of mite trap Adult bees and brood infestation
	Day 0	Treatment groups I and II (1 st treatment) Change of mite traps
	Day 6	Treatment group I (2 nd treatment) Change of mite traps
	Day 12	Treatment group I (3 rd treatment) Change of mite traps
	Day 18	<u>Hive evaluation:</u> Colony strength Presence and amount of brood. Introduction of mite trap Adult bees and brood infestation FUT Change of mite traps
	Day 24	Change of mite traps <u>Hive evaluation:</u> Colony strength Presence and amount of brood. Adult bees and brood infestation
	During study	General health observations of colonies (only abnormal observations to be documented, e.g. abnormal flight activity, abnormal numbers of dead bees, other abnormal observations, queen replacement ²)
Beekeeper	Day 30	Change of mite traps if possible
	Day 36	Change of mite traps if possible

Study No: 2015-01-002

Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* –Tropical Climate –



9. Calendary of procedures

WEEK	MONDAY	TUESDAY	X	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
24-30/8							START Apiary details
31-06/9	Mite traps Sampling Colony strenght Inclusion/Exclusion Mite counts	Mite traps 1st treatment			General health		
07-13/9	Mite traps 2nd treatment Mite counts				General health		Mite traps 3rd treatment Mite counts
14-20/9					General health	Mite traps FLIT Sampling Colony strenght Mite counts	
21-27/9					General health Mite traps Mite counts		
28-04/10				General health Mite traps Mite counts END			

Study No: 2015-07-002 Testing Facility: ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, GHANA Date: AUGUST, 31ST 2015
 Sponsor: BeeVital GmbH Investigator: M^A ALANZAZU MEANA NAWES Test Article: BEEVITAL HAIVECLEAN

Site Staff Signature List

First Name and Surname (Block Letters)	Function within the Study	Authorization Code ¹ :	From / To ²	Signature	Authorized to make entries in the CRF	
					Yes	Initials
M ^A ALANZAZU MEANA	INVESTIGATOR	A,B,C,D,E,F,G,H		<i>Alanzazu</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
MIGUEL LONENS	DEPUTY INVESTIGATOR	A,B,C,D,E,F,G,H		<i>Miguel</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	ML
M ^A WIDMIA SANZ	BEEKEEPER	H		<i>Widmia</i>	<input type="checkbox"/>	
FAUSTINA POLKURAF	BEEKEEPER	H		<i>Polkuraf</i>	<input type="checkbox"/>	
CHRISTOPHER CAMPION	BEEKEEPER	H		<i>Campion</i>	<input type="checkbox"/>	
ERNEST DONKOR	BEEKEEPER	H		<i>Donkor</i>	<input type="checkbox"/>	
EDIC OBENG BEMPONG	PRINCIPAL AT AHPC	I: TESTING FACILITY RESPONSIBLE		<i>Obeng</i>	<input type="checkbox"/>	
					<input type="checkbox"/>	

I herewith declare that all persons listed above are involved in the study. All persons are well informed about the study in accordance with their responsibilities.

31-08-15 *Miguel*
 Date / Signature Investigator (at Initiation)

 Date / Signature Investigator (at Close -Out)

¹ Authorization Code: A: determines eligibility B: obtains informed consent C: signs CRF's D: stores, dispenses, accounts study medication E: Colony Estimation
 F: Bee's and Mite's Mortality G: Application H: Beekeeping I: other specify:
² To be completed when staff changes only

Date / Signature: *Miguel* 25-09-15
 Page 1 of 1

MA_001_en

Study No: 2015-07-002 Testing Facility: ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, GHANA Date: AUGUST, 31ST 2015
 Sponsor: BeeVital GmbH Investigator: M^A ALANZAZU MEANA NAWES Test Article: BEEVITAL HAIVECLEAN

Site Staff Training Record

Date	Name Trainer	Signature	Name of Side Staff (Trainee)	Signature	Trained in (Please see appropriate codes below ¹):
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	M ^A WIDMIA SANZ	<i>Widmia</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	FAUSTINA POLKURAF	<i>Polkuraf</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	CHRISTOPHER CAMPION	<i>Campion</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	ERNEST DONKOR	<i>Donkor</i>	A,C,D,H

¹ Codes: A: GCP B: Consenting Process C: Study Protocol D: Study Procedures E: Medication Handling F: SAE Reporting
 H: Other (please specify): BEEKEEPING IN TROPICAL CLIMATE

Date / Signature: *Miguel* 25-09-15
 Page 1 of 1

TMA_001_en

Study No: 2015-01-002 Testing Facility: ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, GHANA Date: AUGUST, 31ST 2015
 Sponsor: BeeVital GmbH Investigator: M^A ALANZAZU MEANA MAÑES Test Article: BEEVITAL HAUECLEAN

Site Staff Signature List

First Name and Surname (Block Letters)	Function within the Study	Authorization Code ¹ :	From / To ²	Signature	Authorized to make entries in the CRF	
					Yes	Initials
M ^A ALANZAZU MEANA	INVESTIGATOR	A,B,C,D,E,F,G,H		<i>Alanzazu</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	
MIGUEL LONENS	DEPUTY INVESTIGATOR	A,B,C,D,E,F,G,H		<i>Miguel</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	ML
M ^A WODIA SANZ	BEEKEEPER	H		<i>Wodia</i>	<input type="checkbox"/>	
FAUSTINA POLKURAF	BEEKEEPER	H		<i>Polkuraf</i>	<input type="checkbox"/>	
CHRISTOPHER CAMPION	BEEKEEPER	H		<i>Campion</i>	<input type="checkbox"/>	
ERNEST DONKOR	BEEKEEPER	H		<i>Donkor</i>	<input type="checkbox"/>	
EDIC OBENG BEMPONG	PRINCIPAL AT AHPC	1: TESTING FACILITY RESPONSIBLE		<i>Obeng</i>	<input type="checkbox"/>	
					<input type="checkbox"/>	

I herewith declare that all persons listed above are involved in the study. All persons are well informed about the study in accordance with their responsibilities.

31-08-15 *Miguel*
 Date / Signature Investigator (at Initiation)

 Date / Signature Investigator (at Close -Out)

¹ Authorization Code: A: determines eligibility B: obtains informed consent C: signs CRF's D: stores, dispenses, accounts study medication E: Colony Estimation
 F: Bee's and Mite's Mortality G: Application H: Beekeeping I: other specify:
² To be completed when staff changes only

Date / Signature: *Miguel* 25-09-15
 Page 1 of 1

MA_001_en

Study No: 2015-01-002 Testing Facility: ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COLLEGE, GHANA Date: AUGUST, 31ST 2015
 Sponsor: BeeVital GmbH Investigator: M^A ALANZAZU MEANA MAÑES Test Article: BEEVITAL HAUECLEAN

Site Staff Training Record

Date	Name Trainer	Signature	Name of Side Staff (Trainee)	Signature	Trained in (Please see appropriate codes below):
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	M ^A WODIA SANZ	<i>Wodia</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	FAUSTINA POLKURAF	<i>Polkuraf</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	CHRISTOPHER CAMPION	<i>Campion</i>	A,C,D,H
31-08-15	MIGUEL LONENS	<i>Miguel</i>	ERNEST DONKOR	<i>Donkor</i>	A,C,D,H

¹ Codes: A: GCP B: Consenting Process C: Study Protocol D: Study Procedures E: Medication Handling F: SAE Reporting
 H: Other (please specify): BEEKEEPING IN TROPICAL CLIMATE

Date / Signature: *Miguel* 25-09-15
 Page 1 of 1

TMA_001_en

Study No: 2015-01-002
 Sponsor: BeeVital GmbH

Datalog – Testing Facility -

Date	Test Group (I, II, R ¹)	Location	Operations	Date / Token
30-08-15	ALL	AHPC ¹	GROUP MEETING TO ANALYSE THE PROTOCOL AND THE POSITIVE STEPS TO PERFORM THE STUDY	30-08-15 M.W.
31-08-15	ALL	AHPC	- TRAINING - INTRODUCTION OF MITE TRAP (CANCELLED)	31-08-15 TUW
			- HIVE EVALUATION AND SAMPLING (CANCELLED DUE TO HEAVY RAIN)	
01-09-15 01-09-15 we THU	ALL	AHPC	- HIVE EVALUATION FOR INCUSION - EXCLUSION AND SAMPLING - ANIMALS: B201, B202, B203, B204, B205 & B206 - B204 EXCLUDED. B205 ALSO NAMED LH27	01-09-15 TUW
02-08-15	ALL	TIBAVE	- HIVE EVALUATION FOR INCUSION - EXCLUSION AND SAMPLING - ANIMALS: B207, B208, B209, B210, B211, B212 AND BVB. - B207 = LH113; B208 = LH222, B211 = B211-03 B212 = B212-01; BVB = B213-04	02-09-15 TUW

1. AHPC MEANS "ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION COOPER" SITE, WHERE THE LABORATORY IS LOCATED

¹ I - Test Article II - Control R - Reserve

L_P_001_en

Date / Signature:  25.09.15
 Page 1 of 3

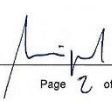
Study No: 2015-01-002
 Sponsor: BeeVital GmbH

Datalog – Testing Facility -

Date	Test Group (I, II, R ¹)	Location	Operations	Date / Token
03-09-15	ALL	AHPC TIBAVE	- EXAMINATION OF SAMPLES FOR RANDOMIZATION - RANDOMIZATION - DAY 0: TREATMENT (T1 + T2)	03-09-15 TUW
04-09-15	ALL	ALL	GENERAL HEALTH	04-09-15 TUW
09-09-15	ALL	AHPC TIBAVE	SECOND TREATMENT (T1)	09-09-15 TUW
11-09-15	ALL	ALL	GENERAL HEALTH	11-09-15 TUW
15-09-15	ALL	AHPC TIBAVE	THIRD TREATMENT (T1)	15-09-15 TUW
18-09-15	ALL	ALL	GENERAL HEALTH	18-09-15 TUW

¹ I - Test Article II - Control R - Reserve

L_P_001_en

Date / Signature:  25.09.15
 Page 2 of 3

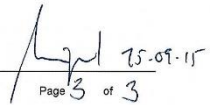
Study No: 2015-07-002
 Sponsor: BeeVital GmbH

Datalog – Testing Facility -

Date	Test Group (I, II, R)	Location	Operations	Date / Token
21-09-15	ALL	AHPC TIBALE	NO FT (CANCELLED) SAMPLING FOR % AND HIVE STRENGTH	21-09-15 TU
22-09-15	ALL	AHPC	EXAMINATION OF SAMPLES	23-09-15 TU
23-09-15	ALL	AHPC	EXAMINATION OF SAMPLES	23-09-15 TU
25-09-15	ALL	ALL	GENERAL HEALTH	25-09-15 TU

I – Test Article II – Control R – Reserve

L_P_001_en

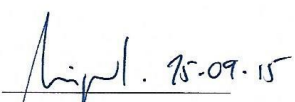
Date / Signature:  25.09.15
 Page 3 of 3

Study No.: 2015-01-002	Date: 01.09.15 02.09.15
Sponsor: BeeVital GmbH	

Overview of colonies per location

Location:	AMPC / TIBALE		Time		
Character of Hive:	KTB		Start:	-	
Measure of comb:	-		End:	-	
Factor ¹ :	-		TU 01.09.15		
Hive-No.:	Number of frames N° BEES	Test Group		Characteristics: BUNIAS	Date / Token
		Age of Queen (a) N° BROOD	I ² /II ³ /R ⁴ N° HONEY		
BW01 #1	14	2	12	0,08	TU 01.09.15 02.09.15
BW02 #2	24	11	13	0,30	
BW03 #2	12	2	9	0,10	
LH127 #2	18	6	12	0,20	
BW06 #1	25	8	17	0,19	
LH113 #2	26	14	12	0,37	
LH222 #2	30	13	16	0,28	
BW09 #2	24	8	16	0,20	
BW10 #2	27	6	20	0,13	
BW11-03 #2	25	10	15	0,25	
BW12-01 #2	22	8	14	0,22	
BW13-04 #2	30	12	18	0,25	
Remarks:	N° BEES = N° FRAMES COVERED BY BEES N° BROOD = N° FRAMES WITH BROOD PRESENCE (EGGS/LARVAE/LAPPED) N° HONEY = N° FRAMES WITH HONEY AS SURPLUS BUNIAS = VALUE FOR STRENGTH (#1) = 50L HIVE (#2) = 100L HIVE				

¹ Factor for Colony Estimation
² Test Article
³ Control
⁴ Reserve

Date / Signature:  15.09.15
 Page 1 of 2

Study No: 2015-01-002	Date: 01-09-15 02-09-15 03-09-15
Sponsor: BeeVital GmbH	


Examination of Samples

Location:	AHPC (AHPC + TIBALE)			Time			
Test Group: I ¹ / II ² / R ³	All (I, II, R)			Start:	-		
				End:	-		
Reception laboratory	AHPC						
	Bees						
	Varroa			Other Disease ^{TUM} ^{VANAGA} BROODS			
Hive No:	Number of Bees	Number of Varroa	%	TYPE OF BROOD (D=DRONE W=WORKER)	% (100 CELLS)		Date / Token
RN01	498	16	3,2	D	92	-	01-09-15 TUM
RN02	409	19	4,6	W	0	-	01-09-15 TUM
RN03	356	4	1,1	W	1	-	01-09-15 TUM
LH127	624	73	11,7	D	53	-	01-09-15 TUM
RN06	464	13	2,8	D	12	-	02-09-15 TUM
LH113	689	18	2,6	D	82	-	02-09-15 TUM
LH222	488	0	0	D	36	-	02-09-15 TUM
RN09	301	27	9	D	82	-	2-09-15 TUM
RN10	530	15	2,8	D	56	-	02-09-15 TUM
RN11-03	507	13	2,6	W	4	-	02-09-15 TUM
RN12-01	197	1	0,5	D	37	-	02-09-15 TUM
RN13-04	297	12	4	D	93	-	03-09-15 TUM
Remarks:							

- ¹ Test Article
- ² Control
- ³ Reserve

PROU_001_en

Date / Signature:

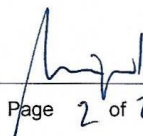
 15-09-15
Page 1 of 2

Study No: 7015-02-002	Date: 22-09-15 23-09-15
Sponsor: BeeVital GmbH	

Examination of Samples

Location:		AHPC (AHPC + TIBAVE)			Time		
Test Group: I ¹ /II ² /R ³		ALL (I, II, R)			Start:	-	
					End:	✓	
Reception laboratory		AHPC					
		Bees					
		Varroa			Other Disease		
Hive No:	Number of Bees	Number of Varroa	%	TYPE OF BROOD (D=NONE W=WORKER)	% (100 CENS)		Date / Token
Bv01	446	0	0	W	0	-	22-09-15 TM
Bv02	237	0	0	W	1	-	22-09-15 TM
Bv03	187	0	0	W	0	-	23-09-15 TM
LH127	140	0	0	W	0	-	23-09-15 TM
Bv06	447	0	0	D	0	-	23-09-15 TM
LH113	347	5	1,4	22-09-15 W D we TM	8	-	} 23-09-15 TM
LH222	759	0	0	W	1	-	
Bv09	390	0	0	22-09-15 W we TM	1	-	
Bv10	293	8	2,7	D	4	-	
Bv11-03	507	13	2,6	D	35	-	
Bv12-01	275	0	0	D	0	-	
BvB-04	489	10	2	W	0	-	
Remarks:							

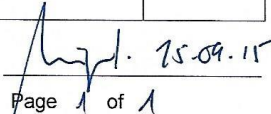
¹ Test Article
² Control
³ Reserve

Date / Signature:  25-09-15
 Page 2 of 2

Study No: 2015-07-002	Date: 11-08-15
Sponsor: BeeVital GmbH	

Overview of the Test Article

Entrance:		11-08-15 (SENT 06-08-15)					
Addresser:		LSI AG					
Shipping documents:		SEE ATTACHED					
Storage Place:		UNIVERSIDAD COMPLUTENSE + AMPC TUW 11-08-15					
Date:	Receipt of Sticks Lieferung (Number)	Receipt of Sticks Reserve (Number)	Removal Sticks Application (Number)	Removal Sticks Reserve (Number)	Rest Sticks (Number)	Usage	Date / Token
DATE	RECEIPT	-	APPLICATION	-	REST	USAGE	DATE / TOKEN
11-08-15	8 BOTTLES (570ml)	-	-	-	4400 ml	-	11-08-15 TUW
03-09-15	-	-	397 ml	-	4025 ml	1ST TREAT	03-09-15 TUW
09-09-15	-	-	405 ml	-	3620 ml	2ND TREAT	09-09-15 TUW
15-09-15	-	-	420 ml	-	3200 ml	3RD TREAT	15-09-15 TUW
Reshipment of the rest to Addresser:		Number:					


Date / Signature:  25-09-15

Page 1 of 1

Study No.: 2015-09-002	Date: 03-09-2015
Sponsor: BeeVital GmbH	

Application of the colonies per Location – General –

Test Group: ALL (I, II, D)		
Location: ALL (AHDC AND TIBALE)		
Staff: MIGUEL LIONENS ERNEST ODONKOR MA VICTORIA SANZ FAUSTINA FOLKURAF CHRISTOPHER CAMPION		
Application:	Start: - PM	End: - PM
Weather conditions: NOT RAIN		
Temperature:	min.: -	max.: -
Rel. Humidity:	min.: -	max.: -
Additional Informations: -		

Date / Signature:  03-09-15
Page 1 of 6

Study No.: 2015-01-002

Date: 03-09-2015

Sponsor: BeeVital GmbH

Time: -PM

Application of the Colonies per Location

Hive No.:	Test Group: I ¹ / II ² / R ³	Colony A ⁴ / B ⁵	Dosage (intended):	Dosage (actual)	Remarks:	Date / Token
Bv01	I		30ml	45ml		} 03.09.2015 TW
Bv02	I		45ml	45ml		
Bv03	I		30ml	45ml		
LH127	II		45ml ³	=		
Bv05	II		45ml ³	=		
LH113	I		60ml	60ml		
LH222	II		45ml ³	=		
Bv09	II		45ml ³	60ml		
Bv10	I		60ml	60ml		
Bv11-03	I		45ml	60ml		
Bv12-01	II		45ml ³	=		
Bv13-04	I		60ml	60ml		

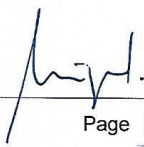
¹ Test Article
² Control – Dosage according Direction for Use
³ Reserve
⁴ Average Colony – Dosage 15 ml or 30 ml
⁵ Strong Colony – Dosage 30 ml or 45 ml

Date / Signature:  03.09.15
 Page 2 of 6

Study No.: 2015-01-002	Date: 09-09-15
Sponsor: BeeVital GmbH	

Application of the colonies per Location – General –

Test Group: All (I, II, Z)
Location: All (AHPC + TIBALE)
Staff: MIGUEL MONES MA VICTORIA SANZ FAUSTINA POLKURAE CHRISTOPHER CAMPION ELNEST ODONKOR
Application: Start: - PM End: - PM
Weather conditions: NOT RAIN
Temperature: min.: - max.: -
Rel. Humidity: min.: - max.: -
Additional Informations: -

Date / Signature:  25-09-15
Page 3 of 5

Study No.: 2015-07-002	Date: 15-09-15
Sponsor: BeeVital GmbH	

Application of the colonies per Location – General –

Test Group: ALL (I, II, B)
Location: ALL (ANPC, TIBALE)
Staff: MIGUEL LONENS ANANZAZU MEANA PAUSINA POLKURATF CHRISTOPHER CAMPION ERNEST OBOUKOR
Application: Start: -PM End: -PM
Weather conditions: OK. NOT RAIN
Temperature: min.: - max.: -
Rel. Humidity: min.: - max.: -
Additional Informations: -

Date / Signature:  25.09.15
Page 5 of 6



LS|AG

Labor L+S AG Mangelsfeld 4, 5, 6 | 97708 Bad Bocklet-Großenbrach | Germany

Centro Agrario Regional de Marchamalo
Mr Miguel Llorens Picher, DVM
Camino de lo Cortao s/n
19180 MARCHAMALO
Spanien

Labor L+S AG
Fon: +49 (0)97 08/91 00-0
Fax: +49 (0)97 08/91 00-36
labor@labor-ls.de
www.labor-ls.de

Akkreditiert nach ISO/IEC 17025
Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001
Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungs-
stelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der
Urkunde aufgeführten Verfahren.

Tel. 0034 620768838



06 Aug 2015

BeeVital HiveClean

Dear Mr Picher,

Enclosed you will find the following samples from the company BeeVital GmbH (Austria) for study 2015-01-002 „Pilot-Study on **BeeVital Hive Clean** after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* – Tropical Climate – “.

Product	Lot	Number of samples
BeeVital HiveClean, 555ml bottles	132313	6 units + 2 units as a reserve = 8 units

The outsourced samples were visually inspected and are free of damage or contamination.

Please send us (by email, fax or mail) the annexed acknowledgment of sample receipt back within the next 10 days.

Best regards
Labor L+S AG

Jürgen Eberlein
Qualified Person

Heike Frankenberger
Secretary
Chemical Department

Enclosure:
acknowledgment

Vorstand:
Dr. Frank Böttcher

Aufsichtsrat:
Dipl. Kfm. Werner Wohnhas (Vors.)
Dipl. Kfm. Karin Dietz, Dr. Peter Löprick
Ärztl. Leiter: PD Dr. med. A. Schwarzkopf

Handelsregister HRB 2726
(Amtsgericht Schweinfurt)
USt.-Id.-Nr.: DE 814360374
EORI-Nr.: 313 710 642

HypoVereinsbank Schweinfurt:
IBAN: DE10 7932 0075 0002 0110 00
BIC: HYVEDEMM451
Deutsche Bank Würzburg:
IBAN: DE08 7907 0016 0840 1325 00
BIC: DEUTDEMM790

Seite 1 von 1

Labor L+S AG Mangelstfeld 4, 5, 6 | 97708 Bad Bocklet-Großenbrach | Germany

BeeVital GmbH
Mr Werner Hohl
Wiesenbergstr. 19
5164 Seeham
Austria



Labor L+S AG

Fon: +49 (0)97 08/91 00-0
Fax: +49 (0)97 08/91 00-36
labor@labor-ls.de
www.labor-ls.de

Mail / Fax: stahl.p@web.de

06 Aug 2015

Akkreditiert nach ISO/IEC 17025
Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001
Durch die DAKkS Deutsche Akkreditierungs-
stelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der
Urkunde aufgeführten Verfahren.

Certificate of Compliance

Sample: BeeVital Hive Clean 555 ml Bottle - clinical trial samples
Specification: Bottle 555 ml
Lot: 132313



DAKkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-Pl. 34559-01-01
D-Pl. 34559-02-02

The product BeeVital Hive Clean 555 ml Bottle – clinical trial samples, Lot-No. 132313 (L+S No. 150518-0081-002), date of expiry (durable till: 09.2015) is produced and tested according to the authorized manufacturing protocol and specification. This product complies to the internal specification.

A number of 8 bottles of BeeVital Hive Clean 555 ml Bottle – clinical trial samples, Lot-No. 132313 are released for clinical studies.

Study Number: 2015-01-002

Study Title: Pilot-Study on BeeVital Hive Clean after repeated administration in Apis mellifera adansonii - Tropical Climate -

Delivery address:

Centro Agrario Regional de Marchamalo
Camino de lo Cortao s/n
19180 Marchamalo
Spain

Contact person:

Miguel Llorens Picher, DVM
Centro Agrario Regional de Marchamalo
Camino de lo Cortao s/n
19180 Marchamalo
Spain

06. AUG. 2015

Jürgen Eberlein
(Qualified Person)

Vorstand: Dr. Frank Böttcher
Aufsichtsrat:
Dipl. Kfm. Werner Wohnhas (Vors.),
Dipl. Kfm. Karin Dietz, Dr. Peter Löprick
Ärztl. Leiter: PD Dr. med. A. Schwarzkopf
Handelsregister HRB 2726
(Amtsgericht Schweinfurt)
USt-IdNr.: DE 814360374
EORI-Nr.: DE5184460
HypoVereinsbank Schweinfurt:
IBAN: DE10 7932 0075 0002 0110 00
BIC: HYVEDEMM451
Deutsche Bank Würzburg:
IBAN: DE08 7907 0016 0840 1325 00
BIC: DEUTDE33HAN



LS|AG

Labor L+S AG Mangelsfeld 4, 5, 6 | 97708 Bad Bocklet-Großenbrach | Germany

BeeVital GmbH
Mr Werner Hohl
Wiesenbergstr. 19
5164 SEEHAM
Österreich

Fon: +49 (0)97 08/91 00-0 Fax: +49 (0)97 08/91 00-36
E-Mail: labor@labor-ls.de Internet: www.labor-ls.de
Akkreditiert nach ISO / IEC 17025 Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001

Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Verfahren.



DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL 14559-01-01
D-PL 14559-01-02

Bad Bocklet 06 Aug 2015 / Keh

Mail / Fax: stahl.p@web.de

Certificate of Analysis

L+S No:	150518-0081-002	L+S-Code:	0419714
Product name:	BeeVital (TAM), 555ml		
Batch No:	Ch.: 132313		
Description:	18 months at 5 °C, study no. 1881		
Order dated:	23 Apr 2013 (by Fax)	Receipt of sample:	28 Nov 2013
Start of test:	01 Jun 2015	End of test:	05 Aug 2015

Parameter	Method	Specification / Demands ¹	Result
Appearance	Visual inspection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	Slightly brownish to dark brownish suspension	Complies with specification
Odour	Ph. Eur., current edition, 2.3.4 Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	Aromatic, flavoursome	Complies with specification
Relative Density	Ph. Eur., current edition, 2.2.5 Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	1.180 – 1.195	1.191
Resuspendability	Visual inspection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	Resuspendable within 1 min shaking	Complies with specification
pH	Ph. Eur., current edition, 2.2.3 Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	≤ 1.0	0.7 (24 °C)
Related Substances	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	Any impurity: nmt 0.5 % (m/m) (related to the assay of formic acid) ²	0.1 % (m/m)
Hydroxymethylfurfural (HMF) per bee	Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	Nmt 20 µg per bee (calculated for a typical treatment with 30 ml per treatment and an average colony size of 10,000 bees per hive)	1 µg per bee
Assay Formic Acid	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	0.50 % (m/v) (0.45 % (m/v) to 0.53 % (m/v))	0.49 % (m/v)

Printed on 06 Aug 2015 at 14:47:20 by Keh

L+S No: 150518-0081-002

Vorstand:
Dr. Frank Bötcher
Ärztl. Leiter:
PD Dr. med. Andreas Schwarzkopf

Aufsichtsrat:
Dipl. Kfm. Werner Wohnhas (Vors.),
Dipl. Kfm. Karin Dietz, Dr. Peter Löprick

Handelsregister HRB 2726
(Amtsgericht Schweinfurt)
USt-IdNr.: DE 814360374
EORI-Nr.: DE5184460

Page 1 of 2
HypoVereinsbank Schweinfurt
IBAN: DE10 7932 0075 0002 0110 00
BIC: HYVEDEMM451

KOPIE
 06. Aug. 2015
 Signum: _____

LS|AG

Parameter	Method	Specification / Demands ¹	Result
Assay Formic Acid	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	5.00 mg/ml (4.50 mg/ml to 5.25 mg/ml)	4.93 mg/ml
Assay Oxalic Acid, anhydrous	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	3.1 % (m/v) (2.8 % (m/v) to 3.3 % (m/v))	2.9 % (m/v)
Assay Oxalic Acid, dihydrate	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	4.4 % (m/v) (4.0 % (m/v) to 4.6 % (m/v))	4.1 % (m/v)
Assay Oxalic Acid, anhydrous	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	31.43 mg/ml (28.28 mg/ml to 33.00 mg/ml)	29.08 mg/ml
Assay Oxalic Acid, dihydrate	HPLC with UV-detection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	44.00 mg/ml (39.60 mg/ml to 46.20 mg/ml)	40.72 mg/ml
Container	Visual inspection Customer's procedure L+S-FPV 25.336/01	600 ml bottle with graduation, dropper and closure of integrity, free of any cracks	Complies to specification

¹ Shelf Life Specification BeeVital HiveClean (555 ml bottle) (TAM = Veterinary Medicinal Product), Version 07, approved by Qualified Person from L+S on 13 Nov 2014.

² According to the validation evaluation was performed exemplarily with the peak corresponding to acetic acid.

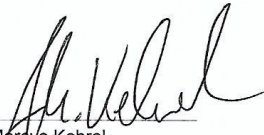
Expiry Date: 09.2015

Expiry date was derived from stability data.


The methods are validated resp. verified.

The test was conducted in compliance with GMP guidelines. There were no test-related deviations.

06. AUG. 2015


 Dr Marcus Kehrel
 Qualified Person

06. AUG. 2015


 Dr Melanie Steiner
 Deputy Head of Quality Control

The test results apply solely to the analysed sample/s.
 Reproduction of extracts may only be made with the written consent of Labor L+S AG.

LS|AG

Labor L+S AG Mangelsfeld 4, 5, 6 | 97708 Bad Bocklet-Großenbrach | Germany

Centro Agrario Regional de Marchamalo
Mr Miguel Llorens Picher, DVM
Camino de lo Cortao s/n
19180 MARCHAMALO
Spanien

Labor L+S AG
Fon: +49 (0)97 08/91 00-0
Fax: +49 (0)97 08/91 00-36
labor@labor-ls.de
www.labor-ls.de

Akkreditiert nach ISO/IEC 17025
Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001
Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungs-
stelle GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der
Urkunde aufgeführten Verfahren.



06 Aug 2015

BeeVital HiveClean

Dear Mr Picher,

Enclosed you will find the following samples from the company BeeVital GmbH (Austria) for study 2015-01-002 „Pilot-Study on **BeeVital Hive Clean** after repeated administration in *Apis mellifera adansonii* – Tropical Climate – “.

Product	Lot	Number of samples
BeeVital HiveClean, 555ml bottles	132313	6 units + 2 units as a reserve = 8 units

The outsourced samples were visually inspected and are free of damage or contamination.

Please send us (by email, fax or mail) the annexed acknowledgment of sample receipt back within the next 10 days.

Best regards
Labor L+S AG


Jürgen Eberlein
Qualified Person



Heike Frankenberger
Secretary
Chemical Department

Enclosure:
acknowledgment

Vorstand:
Dr. Frank Böttcher

Aufsichtsrat:
Dipl. Kfm. Werner Wohnhas (Vors.)
Dipl. Kfm. Karin Dietz, Dr. Peter Löprick
Ärztl. Leiter: PD Dr. med. A. Schwarzkopf

Handelsregister HRB 2726
(Amtsgericht Schweinfurt)
USt-Id.-Nr.: DE 814360374
EORI-Nr.: 313 710 642

HypoVereinsbank Schweinfurt:
IBAN: DE10 7932 0075 0002 0110 00
BIC: HYVEDEMM451
Deutsche Bank Würzburg:
IBAN: DE08 7907 0016 0840 1325 00
BIC: DEUTDEMM790

Seite 1 von 1

Labor L+S AG
Frau Frankenberger
Mangelsfeld 4
97708 Bad Bocklet / Großenbrach


Fax: 049 / 9708 / 9100 – 44 or
email: heike.frankenberger@labor-ls.de or andrea.noeth@labor-ls.de

acknowledgment

Dear Ms Frankenberger,

herewith we acknowledge the receipt of:

<i>Product</i>	<i>Lot</i>	<i>Number of samples</i>
BeeVital HiveClean, 555ml bottles	132313	6 units + 2 units as a reserve = 8 units


11.08.15

date, signature