

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**



**TESIS DOCTORAL**

**Influencia de los factores ambientales sobre la aparición de enfermedades en *Chamaeleo calytratus* y *Furcifer pardalis* mantenidos en cautividad**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**Beatriz Álvarez Carrión**

DIRECTORES

**Víctor Briones Dieste**  
**Joaquín Goyache Goñi**

Madrid, 2018

Tesis doctoral

**Influencia de los factores ambientales sobre la aparición de enfermedades en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* mantenidos en cautividad**

Autora: Beatriz Álvarez Carrión  
2016

Directores: Víctor Briones Dieste y Joaquín Goyache Goñi



Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.





FACULTAD DE VETERINARIA  
DEPARTAMENTO DE SANIDAD ANIMAL

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

D. Víctor Briones Dieste y D. Joaquín Goyache Goñi

**CERTIFICAN:**

Que la tesis doctoral que lleva el título **“Influencia de los factores ambientales sobre la aparición de enfermedades en *Chamaeleo calytratus* y *Furcifer pardalis* mantenidos en cautividad”** ha sido realizada por la licenciada en veterinaria Beatriz Álvarez Carrión bajo nuestra dirección, y estimamos que reúne los requisitos exigidos para optar al título de Doctor por la Universidad Complutense.

Fdo: Victor Briones

Fdo: Joaquin Goyache

Fdo: Beatriz Álvarez- Carrión



La realización de la presente tesis ha sido posible gracias a:



**CENTRO VETERINARIO CAMALEO**

C/Oñate nº 7. Madrid.



*“Pequeño camaleón, por favor,  
préstame tu abrigo verde para poder cortar la hierba de la pradera,  
préstame tu abrigo gris para poder pescar los peces del fondo del río,  
préstame tu abrigo azul para poder coger un pedazo de cielo,  
préstame tu abrigo rojo, el color del fuego,  
dame tu abrigo amarillo, el color de la cosecha,  
el mejor color de todos.”*

(Poema recitado por los niños de Senegal) Nečas (2004a)



*A la memoria de mi padre,  
y a mi madre, por estar siempre a mi lado,  
enseñarme la constancia, la responsabilidad  
y sobre todo, lo que es realmente importante en la vida.*



## Agradecimientos

A Joaquín Goyache y a Víctor Briones, por haber querido dirigir este proyecto y por involucrarse de forma personal y darme el apoyo que he necesitado para combinar mi labor clínica con la elaboración de esta investigación.

A Javier Mayorga Olmos, por su amor, su ayuda y su paciencia a lo largo de los años.

A Eladio Javier Santana por su amistad y su ayuda incondicional en mi trabajo, a David Sabaté Poncela por haber podido compartir nuestra pasión por los reptiles y su aportación a lo largo de los años en mi crecimiento profesional y a Raúl Cano por enseñarme el concepto de *profesionalidad* en el trabajo con los reptiles.

A María Bedia Rodríguez por haber podido ser su mentora durante 8 años y haberse convertido en una motivación para avanzar más en la clínica de estos animales.

A mis hermanos de sangre y de “roce” y el resto de mi familia por estar siempre, muchas veces en la sombra, pero estar y confiar en mí más que yo misma.

A mis amigos por soportar mis largas “ausencias” siguiendo a mi lado en las “maduras”, pero sobre todo en la “duras”.

A mis pacientes por haberme enseñado todo lo que sé. Por haber tenido y tener el privilegio de poder “involucrarme” en sus vidas y, en la medida de lo que se, ayudarles a no solo sobrevivir, sino vivir.

A todas las personas que a lo largo de mi vida han creído en mí y especialmente a aquellas que me han enseñado que es importante tener proyectos, creer en ellos y disfrutar en cada momento del arduo camino hasta conseguirlos.



## RESUMEN

Este trabajo determina las principales patologías observadas en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* durante el periodo de estudio y las describe. Además, se presentan y evalúan los parámetros ambientales del terrario incluyendo la iluminación artificial, el control térmico e hídrico, los elementos de enriquecimiento ambiental y la alimentación, como causa/s predisponentes o determinantes de enfermedad. Compara las variaciones climáticas, tomando como variables la presión atmosférica, la temperatura y la humedad relativa y muestra su influencia en la aparición estacional de enfermedades. La presentación de enfermedades/alteraciones en camaleones tienen sus peculiaridades clínicas y han exigido, para poder realizar una observación pormenorizada, desarrollar protocolos específicos de anamnesis y exploración así como, analizar las características de la manifestación de los cuadros clínicos que estos animales desarrollan.

Se contrasta la importancia de valorar, no solo los factores ambientales internos a la instalación, como causa ambiental de enfermedades, sino también, los externos. En muchos casos, principalmente las diferencias de presión atmosférica, no son controlables de forma artificial en el mantenimiento en cautividad de reptiles y propician la aparición estacional de enfermedades. Y se concluye, tras realizar la investigación, que hay especies, en este estudio *Chamaeleo calyptratus*, que son más sensibles a las variaciones climáticas y que podrían servir como biosensores climáticos.

Palabras claves: *Chamaeleo calyptratus*, *Furcifer pardalis*, parámetros ambientales, estacionalidad de enfermedades, enfermedades en cautividad, manejo.

## SUMMARY

This work determines and describes the main disorders observed in *Chamaeleo calyptratus* and *Furcifer pardalis* during the period of study. Moreover, the environmental parameters of the terrarium (such as artificial illumination, the thermic and hydric control, the elements of environmental enrichment and the feeding) are presented and evaluated as predisposing or determinant etiologic factors. Setting as variables the atmospheric pressure, temperature and relative humidity, it also evaluates the climate variations, showing its relationship to the seasonal pattern observed in some diseases. The presentation of diseases/alterations in chameleons has its very own clinical peculiarities. As such, a minute analysis is required to thoroughly assess each clinical onset, including specific anamnestic and exploratory protocols.

It also indicates the importance of evaluating, as cause of disease, not only the factors determined within the installation, but also the ones external to it. In many cases, elements such as the differences in atmospheric pressure are not artificially modifiable and yet, they may favor the seasonal appearance of diseases. After the research is undertaken, it is concluded that there are species more sensitive to climate variations (represented in this study by *Chamaeleo calyptratus*) and may serve as climate biosensors.

Keywords: *Chamaeleo calyptratus*, *Furcifer pardalis*, environmental settings, seasonality of diseases, captivity-related diseases, management.

# INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES EN *CHAMAELEO CALYPTRATUS* Y *FURCIFER PARDALIS* MANTENIDOS EN CAUTIVIDAD

Beatriz Álvarez Carrión

Índice general.....	1
Índice de figuras.....	7
Índice de tablas.....	9
Abreviaturas .....	11

## Índice general

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. <b>Características de los camaleones</b> .....	15
1.1.1. Origen.....	15
1.1.2. Clasificación y taxonomía .....	15
1.1.3. Tamaño corporal y aspecto externo.....	16
1.1.4. Adaptaciones al medio y requerimientos fisiológicos .....	17
1.1.4.1. Sistema óseo .....	17
1.1.4.2. Sistema digestivo.....	19
1.1.4.3. Sistema reproductor.....	21
1.1.4.3.1. Machos .....	21
1.1.4.3.2. Hembras.....	22
1.1.4.3.3. Dimorfismo sexual.....	22
1.1.4.3.4. Madurez sexual .....	22
1.1.4.3.5. Estímulos reproductivos .....	22
1.1.4.3.6. Tipos de reproducción .....	23
1.1.4.3.7. Frecuencia de reproducción .....	23
1.1.4.3.8. Control hormonal de la reproducción.....	23
1.1.4.4. Órganos de los sentidos .....	24
1.1.4.5. Otros sistemas.....	25
1.1.4.6. Fisiología del color de la piel .....	27
1.2. <b>Requerimientos etológicos</b> .....	31
1.2.1. Respuesta a la luz.....	31
1.2.1.1. Ultravioletas (UV).....	31
1.2.1.1.1. Ultravioleta A (UVA).....	31
1.2.1.1.2. Ultravioleta B (UVB) .....	31

1.2.1.1.3.	Ultravioleta C (UVC) .....	32
1.2.1.2.	Luz visible .....	32
1.2.1.3.	Infrarrojos .....	33
1.2.2.	Respuesta a la temperatura.....	33
1.2.2.1.	Comportamientos de termorregulación.....	33
1.2.2.2.	Peculiaridades etológicas de los camaleones .....	36
1.2.3.	Estado fisiológico y color .....	38
1.2.4.	Respuesta a estímulos sensoriales y color.....	38
1.2.4.1.	Comportamiento sexual.....	38
1.2.4.1.1.	Cortejo .....	39
1.2.4.1.2.	Cópula.....	40
1.2.4.1.3.	Gestación.....	40
1.2.4.1.4.	Ovoposición/parto .....	40
1.2.4.2.	Comportamiento de neonatos .....	41
1.3.	<b>Distribución de los camaleones en base al clima</b> .....	43
1.3.1.	Macroclimas .....	43
1.3.2.	Microclimas .....	44
1.4.	<b>Mantenimiento en cautividad</b> .....	46
1.4.1.	Instalación .....	46
1.4.2.	Iluminación .....	47
1.4.3.	Temperatura.....	48
1.4.4.	Aporte hídrico .....	49
1.4.5.	Enriquecimiento ambiental .....	49
1.4.6.	Alimentación.....	50
1.4.7.	Cría en cautividad.....	51
1.4.7.1.	Incubación.....	52
1.4.7.2.	Cuidados de neonatos .....	52
1.5.	<b>Características de <i>Chamaeleo calytratus</i> y <i>Furcifer pardalis</i></b> .....	53
1.5.1.	<i>Chamaeleo calytratus</i> .....	53
1.5.1.1.	Localización geográfica.....	53
1.5.1.2.	Sistemática.....	53
1.5.1.3.	Hábitat .....	54
1.5.1.4.	Características de la especie.....	55
1.5.1.4.1.	Descripción.....	56
1.5.1.4.2.	Tamaño.....	57
1.5.1.4.3.	Dimorfismo sexual .....	57
1.5.1.4.4.	Comportamiento.....	57
1.5.1.4.5.	Alimentación.....	62
1.5.2.	<i>Furcifer pardalis</i> .....	63

1.5.2.1.	Localización geográfica.....	63
1.5.2.2.	Sistemática.....	63
1.5.2.3.	Hábitat .....	64
1.5.2.4.	Características de la especie .....	65
1.5.2.4.1.	Descripción.....	65
1.5.2.4.2.	Tamaño .....	67
1.5.2.4.3.	Dimorfismo sexual.....	67
1.5.2.4.4.	Comportamiento .....	68
1.5.2.4.5.	Alimentación .....	71
1.6.	<b>Principales enfermedades diagnosticadas en <i>Chamaeleo calyptratus</i> y <i>Furcifer pardalis</i> mantenidos en cautividad</b> .....	72
1.6.1.	Tegumentarias y oftálmicas.....	73
1.6.1.1.	Infecciones tegumentarias bacterianas.....	73
1.6.1.2.	Infecciones tegumentarias fúngicas.....	73
1.6.1.3.	Parasitosis cutáneas .....	74
1.6.1.4.	Lesiones tegumentarias traumáticas .....	74
1.6.1.5.	Quemaduras.....	74
1.6.1.6.	Tumores cutáneos .....	75
1.6.1.7.	Lesiones oftálmicas .....	75
1.6.2.	Digestivas .....	76
1.6.2.1.	Queilitis .....	76
1.6.2.2.	Enfermedades del cornete dentario .....	76
1.6.2.3.	Erosiones rostrales .....	76
1.6.2.4.	Estomatitis .....	76
1.6.2.5.	Parálisis lingual .....	77
1.6.2.6.	Gastritis/enteritis.....	77
1.6.2.7.	Parasitosis digestivas .....	78
1.6.3.	Óseas.....	80
1.6.4.	Reproductivas.....	80
1.6.4.1.	Machos .....	81
1.6.4.2.	Hembras .....	81
1.6.5.	Respiratorias .....	82
1.6.5.1.	Infecciones respiratorias bacterianas.....	82
1.6.5.2.	Parasitosis respiratorias.....	83
1.6.6.	Renales.....	83
1.6.6.1.	Enfermedades renales.....	83
1.6.6.2.	Gota .....	83
1.6.7.	Nutricionales .....	84
1.6.7.1.	Hiperparatiroidismo nutricional secundario .....	84

1.6.7.2.	Hipovitaminosis A .....	84
1.6.7.3.	Hipovitaminosis E.....	85
1.6.7.4.	Hipotiroidismo .....	85
1.6.7.5.	Obesidad.....	85
1.6.7.6.	Emaciación.....	85
1.6.7.7.	Intoxicaciones.....	86
1.6.8.	Neurológicas .....	86
2.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	87
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	91
3.1.	<b>Sujetos de estudio</b> .....	93
3.2.	<b>Diseño del estudio. Muestra</b> .....	93
3.3.	<b>Procedimientos</b> .....	95
3.3.1.	Anamnesis .....	97
3.3.2.	Exploración.....	98
3.3.2.1.	Observación.....	99
3.3.2.2.	Peso del animal.....	99
3.3.2.3.	Exploración bajo lupa .....	100
3.3.2.4.	Palpación .....	101
3.3.2.5.	Auscultación .....	101
3.3.3.	Datos meteorológicos de Madrid capital.....	102
3.4.	<b>Definición de variables</b> .....	104
3.5.	<b>Métodos</b> .....	105
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	107
4.1.	<b>Análisis cuantitativo de los casos</b> .....	109
4.2.	<b>Análisis cuantitativo de las enfermedades simples y múltiples</b> .....	112
4.3.	<b>Análisis cualitativo y cuantitativo de las enfermedades y sus asociaciones</b> .....	114
4.3.1.	Consideraciones generales.....	114
4.3.1.1.	Valoración del color .....	114
4.3.1.2.	Disecdisis.....	117
4.3.2.	Enfermedades.....	119
4.3.2.1.	Tegumentarias y oftálmicas .....	119
4.3.2.1.1.	Infecciones tegumentarias bacterianas.....	121
4.3.2.1.2.	Infecciones tegumentarias fúngicas .....	123
4.3.2.1.3.	Parasitosis cutáneas/subcutáneas .....	125
4.3.2.1.4.	Lesiones tegumentarias traumáticas .....	126
4.3.2.1.5.	Quemaduras.....	127
4.3.2.1.6.	Tumores cutáneos.....	128
4.3.2.1.7.	Lesiones oftálmicas.....	129
4.3.2.2.	Digestivas .....	132

4.3.2.2.1.	Queilitis .....	133
4.3.2.2.2.	Enfermedades del cornete dentario .....	135
4.3.2.2.3.	Erosiones rostrales .....	137
4.3.2.2.4.	Estomatitis.....	138
4.3.2.2.5.	Gastritis y enteritis.....	140
4.3.2.2.6.	Parasitosis digestivas .....	142
4.3.2.3.	Óseas.....	144
4.3.2.4.	Reproductivas.....	148
4.3.2.4.1.	Machos .....	151
4.3.2.4.2.	Hembras.....	152
4.3.2.5.	Respiratorias .....	155
4.3.2.5.1.	Infecciones respiratorias bacterianas.....	157
4.3.2.5.2.	Parasitosis respiratorias. ....	159
4.3.2.6.	Renales.....	159
4.3.2.6.1.	Enfermedades renales.....	160
4.3.2.7.	Nutricionales .....	163
4.3.2.7.1.	Hipovitaminosis A .....	164
4.3.2.7.2.	Hipovitaminosis E.....	165
4.3.2.7.3.	Obesidad. ....	165
4.3.2.7.4.	Emaciación. ....	166
4.3.2.7.5.	Intoxicaciones .....	167
4.3.2.8.	Neurológicas.....	167
4.3.3.	Asociación de casos con deficiencias de mantenimiento .....	168
4.4.	<b>Distribución estacional de los datos de origen clínico .....</b>	<b>171</b>
4.5.	<b>Comparación entre la distribución de las variables climáticas y los casos .....</b>	<b>179</b>
4.6.	<b>Análisis comparado de enfermedades y variaciones de presiones atmosféricas .....</b>	<b>187</b>
4.7.	<b>Valoración de limitaciones surgidas durante la investigación.....</b>	<b>191</b>
5.	CONCLUSIONES .....	193
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	197



## Índice de figuras

Figura 1: Taxonomía. ....	16
Figura 2: Camaleones verdaderos. ....	17
Figura 3: Falsos camaleones. ....	17
Figura 4: Radiografía craneal laterolateral. ....	18
Figura 5: <i>Triceros montium</i> macho. ....	18
Figura 6: Radiografía laterolateral completa. ....	19
Figura 7: Punta de la lengua de <i>Furcifer pardalis</i> . ....	20
Figura 8: Lanzamiento lingual. ....	20
Figura 9: Ingestión de agua. ....	21
Figura 10: Movimiento independiente de ambos ojos. ....	25
Figura 11: Libreas de color en <i>Chamaeleo calyptratus</i> . ....	30
Figura 12: Mapa de la distribución de camaleones. ....	43
Figura 13: Mapa Mundial, situación de la Península Arábiga. ....	53
Figura 14: Distribución de subespecies de <i>Chamaeleo calyptratus</i> . ....	54
Figura 15: <i>Chamaeleo calyptratus</i> macho adulto. ....	55
Figura 16: <i>Chamaeleo calyptratus</i> juvenil. ....	56
Figura 17: Detalle de pinza posterior de <i>Chamaeleo calyptratus</i> macho juvenil. ....	57
Figura 18: Detalle de base de la cola de macho adulto de <i>Chamaeleo calyptratus</i> . ....	57
Figura 19: Macho de <i>Chamaeleo calyptratus</i> con actitud de enfrentamiento. ....	59
Figura 20: Coloración de gestación en fase de excitación. ....	60
Figura 21: Fase de relajación de libreas. ....	61
Figura 22: Mapa Mundial situación geográfica de Madagascar. ....	63
Figura 23: Distribución de <i>Furcifer pardalis</i> . ....	64
Figura 24: Cabeza de <i>Furcifer pardalis</i> macho adulto. ....	65
Figura 25: Macho <i>Furcifer pardalis</i> adulto con zona gular extendida. ....	66
Figura 26: Macho <i>Furcifer pardalis</i> adulto con zona gular extendida. ....	66
Figura 27: Coloración amarillenta en mucosa oral de <i>Furcifer pardalis</i> macho adulto. ....	67
Figura 28: Detalle de la base de la cola en un <i>Furcifer pardalis</i> macho. ....	67
Figura 29: <i>Furcifer pardalis</i> hembra. ....	68
Figura 30: Coloración de gestación en hembra de <i>Furcifer pardalis</i> . ....	70
Figura 31: Hembra de <i>Furcifer pardalis</i> realizando nido para ovoposición. ....	70
Figura 32: Plantilla de toma de datos utilizada en la investigación. ....	97
Figura 33: Observación y valoración. ....	99
Figura 34: Actitud de vigilancia en el momento del pesaje. ....	99
Figura 35: Cambios de actitud. ....	100
Figura 36: Apertura voluntaria de boca. ....	100
Figura 37: Apertura bucal mediante tracción digital. ....	100
Figura 38: Sujeción con una mano. ....	101
Figura 39: Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares. ....	102
Figura 40: Fases de desarrollo. ....	115
Figura 41: Variaciones de color patológicas (a). ....	116
Figura 42: Variaciones de color patológicas (b). ....	116
Figura 43: Evolución clínica y color. ....	117
Figura 44: Disecdisis (a). ....	117
Figura 45: Disecdisis (b). ....	118
Figura 46: Tegumentarias bacterianas (a). ....	122
Figura 47: Tegumentarias bacterianas (b). ....	122
Figura 48: Tegumentarias bacterianas (c). ....	123
Figura 49: Tegumentarias fúngicas (a). ....	124
Figura 50: Tegumentarias fúngicas (b). ....	124
Figura 51: Parasitosis cutáneas (a). ....	125
Figura 52: Parasitosis cutáneas (b). ....	126

Figura 53: Tegumentarias traumáticas (a).	126
Figura 54: Tegumentarias traumáticas (b).	127
Figura 55: Quemaduras (a).	128
Figura 56: Quemaduras (b).	128
Figura 57: Tumores cutáneos.	129
Figura 58: Lesiones palpebrales (a).	130
Figura 59: Lesiones palpebrales (b).	130
Figura 60: Lesiones palpebrales (c).	130
Figura 61: Lesiones palpebrales (d).	131
Figura 62: Queratitis (a).	134
Figura 63: Queratitis (b).	134
Figura 64: Enfermedades del cornete dentario (a).	135
Figura 65: Enfermedades del cornete dentario (b).	136
Figura 66: Enfermedades del cornete dentario (c).	136
Figura 67: Erosiones rotrales.	137
Figura 68: Estomatitis (a).	138
Figura 69: Estomatitis (b).	139
Figura 70: Gastritis y enteritis (a).	141
Figura 71: Gastritis y enteritis (b).	141
Figura 72: Eversión de cloaca o prolapsos de colon por cloaca.	142
Figura 73: Parasitosis digestivas.	143
Figura 74: Óseas (a).	146
Figura 75: Óseas (b).	147
Figura 76: Óseas (c).	147
Figura 77: Prolapsos de hemipenes.	152
Figura 78: Retención preovulatoria.	153
Figura 79: Radiografías de una retención preovulatoria.	154
Figura 80: Retención postovulatoria.	154
Figura 81: Huevos de gran tamaño.	154
Figura 82: Huevos sobrecalcificados (a).	155
Figura 83: Huevos sobrecalcificados (b).	155
Figura 84: Respiratorias bacterianas (a).	158
Figura 85: Respiratorias bacterianas (b).	158
Figura 86: Respiratorias bacterianas (c).	158
Figura 87: Enfermedades renales (a).	161
Figura 88: Enfermedades renales (b).	162
Figura 89: Enfermedades renales (c).	162
Figura 90: Enfermedades renales (d).	162
Figura 91: Hipovitaminosis A (a).	164
Figura 92: Hipovitaminosis A (b).	164
Figura 93: Hipovitaminosis E.	165
Figura 94: Obesidad.	166
Figura 95: Emaciación.	167
Figura 96: Distribución mensual casos, por especie y sexo.	171
Figura 97: Interpretación gráfica (1).	173
Figura 98: Interpretación gráfica (2).	175
Figura 99: Comparación de casos totales y enfermedades.	177
Figura 100: Distribución comparativa de las variables climáticas seleccionadas.	181
Figura 101: Momentos de inestabilidad de las presiones atmosféricas.	183
Figura 102: Comparativa de casos por especie y sexo y promedio de presiones.	185
Figura 103: Comparación de enfermedades más representativas con diferencias de presión.	189

## Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de vértebras.....	19
Tabla 2: Otras adaptaciones anatómicas y fisiológicas.....	26
Tabla 3: Interpretación de libreas.....	29
Tabla 4: Tamaño de subespecies de <i>Chamaeleo calyptratus</i> .....	57
Tabla 5: Número de especímenes de <i>Chamaeleo calyptratus</i> y <i>Furcifer pardalis</i> comercializados en el núcleo zoológico de venta minorista Camaleo.....	93
Tabla 6: Número de especímenes de <i>Chamaeleo calyptratus</i> y <i>Furcifer pardalis</i> revisados.....	93
Tabla 7: Número de especímenes de <i>Chamaeleo calyptratus</i> y <i>Furcifer pardalis</i> revisados.....	94
Tabla 8: Camaleones revisados y casos incluidos.....	109
Tabla 9: Número total de casos, por sexo, origen y especie.....	110
Tabla 10: Número de casos y frecuencia en cada año de estudio.....	110
Tabla 11: Resumen de frecuencia de aparición de enfermedades simples por sistemas, especie y sexo.....	112
Tabla 12: Enfermedades de un sistema (simples) y múltiples según el número de sistemas afectados y por sexos.....	113
Tabla 13: Enfermedades de un sistema (simples) y múltiples por especie.....	113
Tabla 14: Número y frecuencia de enfermedades tegumentarias y oftálmicas simples y múltiples.....	119
Tabla 15: Número de casos de enfermedades tegumentarias y oftálmicas, frecuencias por especie y sexo.....	120
Tabla 16: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.....	120
Tabla 17: Número y frecuencia de enfermedades digestivas simples y múltiples.....	132
Tabla 18: Número de casos de enfermedades digestivas, frecuencias por especie y sexo.....	132
Tabla 19: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.....	133
Tabla 20: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.....	144
Tabla 21: Número de casos de enfermedades óseas, frecuencias por especie y sexo.....	144
Tabla 22: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.....	145
Tabla 23: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.....	148
Tabla 24: Número de casos de enfermedades reproductivas, frecuencias por especie y sexo.....	149
Tabla 25: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.....	149
Tabla 26: Comparativa de tamaños registrados en bibliografía y en la clínica.....	150
Tabla 27: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.....	156
Tabla 28: Número de casos de enfermedades respiratorias, frecuencias por especie y sexo.....	156
Tabla 29: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.....	156
Tabla 30: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.....	159
Tabla 31: Número de casos de enfermedades renales, frecuencias por especie y sexo.....	159
Tabla 32: Número de casos de enfermedades renales, frecuencias por especie y sexo.....	159
Tabla 33 : Frecuencia de deficiencias de los parámetros de mantenimiento en cautividad en cada enfermedad simple estudiada.....	169
Tabla 34: Número y frecuencia de casos y su relación con los parámetros ambientales deficientes de la instalación.....	170
Tabla 35: Distribución y frecuencia de casos por estaciones.....	171
Tabla 36: Frecuencias de casos por meses.....	172



## Abreviaturas

AEMET- Agencia Estatal de Meteorología  
CANV - *Chrysosporium* y *Nannizziopsis vriesii*  
Cc - *Chamaeleo calyptratus*  
CNF Técnica de flotación  
DSDT - Determinación Sexual Dependiente de la Temperatura  
Fp - *Furcifer pardalis*  
ICBT - Interacciones Conductuales con Barreras Transparentes  
IR - Infrarrojos  
LCA - Longitud corporal del animal sin la cola  
MCE - Mecanismos de Compensación de Enfermedad  
PCT - Preferred Corporal Temperature  
POTZ - Preferred Optimum Temperature Zone  
SAF - Sodio- Ácido Acético- Formol  
SMA - Síndrome de Mala Adaptación  
TCO - Temperatura Corporal Óptima  
TCP - Temperatura Corporal Preferida  
TZO - Temperatura Zonal Óptima  
UV - Ultravioleta  
UVA - Ultravioleta A  
UVB - Ultravioleta B  
UVC - Ultravioleta C



## 1. INTRODUCCIÓN



El presente trabajo de investigación se ha realizado en las dos especies de camaleones que se mantienen con más frecuencia en cautividad, *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, contando con los componentes bióticos y abióticos que intervienen en las enfermedades y alteraciones que padecen en cautividad y en su estacionalidad de presentación. Para poderlo analizar de una forma global, pasamos a exponer un marco teórico resumido sobre algunas de sus peculiaridades biológicas, ecológicas, etológicas y patológicas.

## 1.1. Características de los camaleones

### 1.1.1. Origen

Se les considera, dentro de los saurios, un grupo joven. Surgieron en la Era Cenozoica (Terciaria), en el este de África (Tolley y Menegon, 2014). Los estudios filogenéticos (Hofman *et al.*, 1991; Klaver y Böhme, 1986) estiman que los camaleones tienen una antigüedad superior a 60 millones de años. El registro fósil es escaso, se inicia a partir de la Era Mesozoica en el Cretácico, con los ancestros de los camaleones priscagámidos, y termina en el Holoceno con fósiles existentes en África, Madagascar, Europa y Oriente Medio (Tolley y Herrel, 2014; Bolet y Evans, 2014, Dollion *et al.*, 2015). Algunos registros fósiles:

- Del Paleoceno medio: *Anquingosaurus brevicephalopus* en Anui, China.
- Del Mioceno inferior: *Chamaeleo caroliquarti* (un ancestro de camaleón verdadero) en Dolnice, República Checa y Wintershof-West, Baviera (Nečas, 2004a)
- Del Mioceno superior: *Chamaeleo intermedius* en Fort Ternan, Kenia.

Uno de los primeros autores que describe estos animales en sus tratados de zoología fue Aristóteles (350aC). Han sido protagonistas de mitos y leyendas por sus peculiares características físicas: su lengua, que puede lanzar como un proyectil; sus ojos, móviles de forma independiente y los movimientos y capacidad de cambio de color en muchas especies. La primera descripción científica la realizó Linneo en su obra *Systema Naturae* de 1758.

La denominación de *camaleón* deriva del latín, *Chamaeleon*, y esta del griego χαμαιλέων: χαμαι (Chamai) en el suelo y λέων (leo) león.

### 1.1.2. Clasificación y taxonomía

La familia *Chamaeleonidae* pertenece a la clase *Reptilia*. Está emparentada con la familia *Agamidae* (Dowling y Duellman, 1974; Estes *et al.*, 1988; Hofman *et al.*, 1991; Moody, 1980), con la que comparte las características de dentición acrodonte, la ausencia de capacidad de autotomía caudal y la presencia de una *ramus duodenalis* braquial de la arteria cecal (Tilbury, 2010a).

Se han utilizado diferentes criterios de clasificación que se han ido modificando a lo largo de los años. Entre otros, los de Hillenius (1959); Klaver (1973, 1977, 1979, 1981); Böhme y

Klaver (1980); Klaver y Böhme (1986); Böhme *et al.*, (1997); Böhme (1998); Matthee *et al.*, (2004); Vences *et al.*, (2005); Tilbury (2014); Tilbury y Tolley (2015); Glaw, (2015). La clasificación de Klaver y Böhme de (1986) supuso una auténtica revolución taxonómica, ya que está basada en el estudio de los órganos copulatorios de los machos (los hemipenes) y otros métodos como la disposición de los septos pulmonares, osteología, y cariología. Esta clasificación tiene en cuenta las peculiaridades de las especies de Madagascar e islas vecinas por su larga independencia y diferente evolución clasificando a los camaleones en: subfamilia *Chamaeleoninae*, con cuatro géneros: *Bradypodion*, *Calumma*, *Chamaeleo* (con los subgéneros: *Chamaeleo* y *Trioceros*) y *Furcifer*; y subfamilia *Brookesiinae*, con dos géneros: *Brookesia* y *Rhampholeon*. Posteriormente, a través de estudios filogenéticos, han sido descritos nuevos géneros/subgéneros, especies y subespecies (Rieppel, 1987; Mattioli y Schimmenti, 1999; Lutzmann y Nečas, 2002; Menegon *et al.*, 2002; Nečas *et al.*, 2003; Nečas *et al.*, 2005; Mariaux y Tilbury, 2006; Raxworthy y Nussbaum, 2006; Ullenbruch *et al.*, 2007; Lutzmann, 2008; Tilbury y Tolley, 2009; Glaw *et al.*, 2009; Krause y Böhme, 2010; Branch and Tolley (2010); Gehring *et al.*, 2011; Greenbaum *et al.*, 2012; Glaw *et al.*, 2012; Stipala *et al.*, 2012, entre otras muchas referencias). Actualmente hay descritas más de 190 especies y se considera que aún hay muchas más por descubrir (Tilbury, 2014).

Varios investigadores como Klaver y Böhme (1997) y Tilbury (2010, 2014), entre otros, se decantan por eliminar las dos subfamilias. Así pues, la clasificación de la familia *Chamaeleonidae*, géneros y subgéneros, de forma esquemática será (Figura 1):

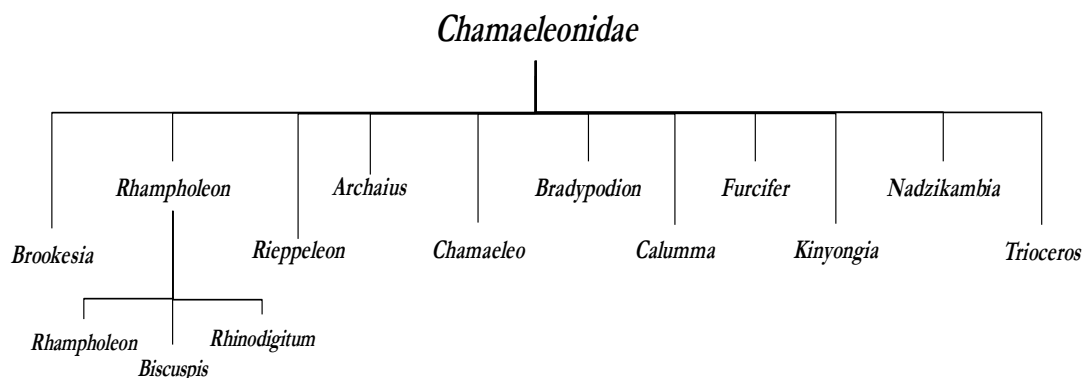


Figura 1: Taxonomía.

### 1.1.3. Tamaño corporal y aspecto externo

Los camaleones se pueden medir de dos formas: medición de la longitud del cuerpo y de la cola por separado, o la longitud completa, de punta de hocico a punta de cola estirada.

Sus tamaños son muy variables en las diferentes especies, desde 1.5 cm de *Brookesia micra* hasta 68.5 cm de *Furcifer oustaleti* (Nečas, 2004a).

Los especímenes de los géneros *Archaius*, *Chamaeleo*, *Bradypodion*, *Calumma*, *Furcifer*, *Kinyongia*, *Nadzikambia* y *Trioceros* (camaleones verdaderos) poseen una cola que enroscan y tiene

funciones prensiles, con peculiaridades en sus escamas (Canham, 1999) (ejemplo en Figura 2).



Figura 2: Camaleones verdaderos.  
Cola enroscada en estos camaleones, en este caso un macho de *Furcifer pardalis*.

Los especímenes de los géneros *Brookesia*, *Rhampholeon* y *Rieppeleon* (falsos camaleones) tienen la cola corta y no se enrosca, (ejemplo en Figura 3).



Figura 3: Falsos camaleones.  
Especímenes de *Rieppeleon kerstenii* macho (a la izquierda) y *Rieppeleon brevicaudatus* hembra (a la derecha).

#### 1.1.4. Adaptaciones al medio y requerimientos fisiológicos

Algunas de las adaptaciones desarrolladas por los camaleones son únicas dentro del grupo de los saurios.

##### 1.1.4.1. Sistema óseo

La cabeza es piramidal. Se denomina casco, casquete o yelmo a la parte superior del cráneo, caudal a los ojos. Hay muchas variaciones entre especies y sexos (Measey, 2009), como se puede observar en la Figura 4, donde se comparan las radiografías de los cráneos de individuos adultos de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* machos.

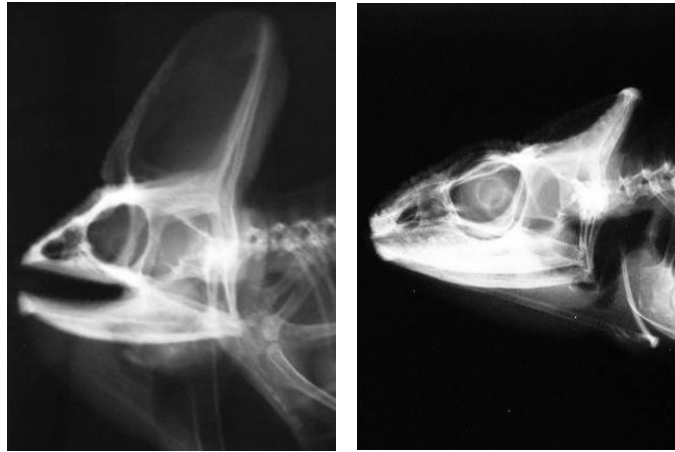


Figura 4: Radiografía craneal laterolateral.  
*Chamaeleo calyptratus* macho (izquierda) y de *Furcifer pardalis* macho (derecha).

La dentición es acrodonte (Camp, 1923; Romer, 1956; Schwenk, 2000; Anderson y Higham, 2014), estando los dientes sujetos al hueso, no siendo sustituibles y, además, no crecen (Schwenk, 2000; O'Malley, 2005; Anderson y Higham, 2014). Generalmente se denomina *cornete dental*. Debido a que los dientes no se reemplazan, la estabilidad de la posición del diente permite fuertes patrones de oclusión (Camp, 1923; Schwenk, 2000; Anderson y Higham, 2014).

Algunas especies han desarrollado protuberancias en forma de crestas craneales o corporales, y cuernos verdaderos (Figura 5) o falsos, en la región nasal. Estas protuberancias pueden tener base ósea o epidérmica, siendo en algunas especies muy llamativos. Estas protuberancias tienen funciones sociales y permiten la diferenciación intersexual e intraespecífica (Nečas, 2004a).



Figura 5: *Trioceros montium* macho.  
 Posee una cresta dorsal que discurre desde la zona nucal hasta el primer tercio de la región coxígea. En la zona nasal posee dos cuernos verdaderos.

La mayoría de los camaleones han desarrollado adaptaciones para la vida arborícola, pero hay especies terrestres (Nečas, 2004a). Su anatomía corporal (Figura 6 y Tabla 1), les permite comprimirse lateralmente, por lo que, de perfil, tienen una silueta elipsoidal. Mediante las articulaciones costales y la musculatura, pueden cambiar su forma a voluntad y esto les permite el llenado/vaciado de los pulmones colaborando en la termorregulación (O'Malley, 2005).

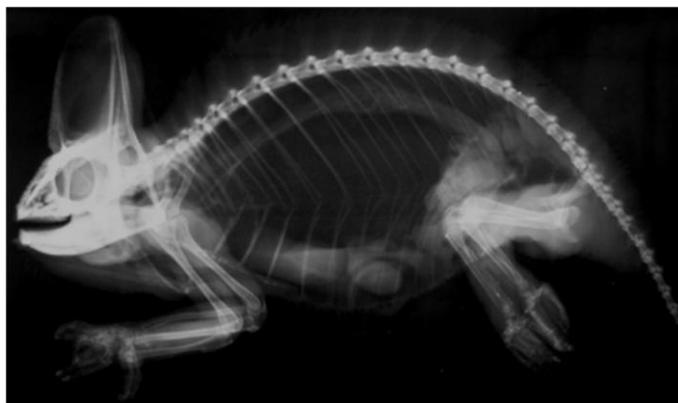


Figura 6: Radiografía laterolateral completa. *Chamaeleo calyptratus* macho, donde se aprecian las estructuras óseas.

Tabla 1: Tipos de vértebras.

TIPO DE VÉRTEBRAS	NUMERO DE VÉRTEBRAS	PARTICULARIDADES
Cervicales	5	Las 2 últimas con costillas conectadas al esternón
Torácicas	3	Todas con costillas fusionadas al esternón
Dorsales	10	Con costillas unidas al cartílago esternal posterior
Lumbares	2	No fusionadas
Sacras	2	
Coccígeas	45-50	En los camaleones verdaderos, tiene una longitud mayor que la suma de cabeza y cuerpo. Es prensil, sin capacidad de autotomía. Cuando el animal está en reposo la enrolla hacia porción craneal quedando colocada bajo la región cloacal (O'Malley 2005) como se observa en la Figura 2

Los camaleones poseen cuatro extremidades y son zigodáctilos, estando sus dedos fusionados. En las extremidades anteriores se fusionan los dos dedos exteriores y los tres interiores, mientras que en las posteriores ocurre a la inversa, formando una pinza con uñas curvas, adaptaciones que les permiten asirse a las ramas de forma muy eficaz (O'Malley, 2005).

No poseen diafragma. La cavidad corporal se denomina celoma y alberga todo el paquete visceral (O'Malley, 2005).

#### 1.1.4.2. Sistema digestivo

En su cavidad bucal nos encontramos con una de las adaptaciones más peculiares de estos animales, su lengua.

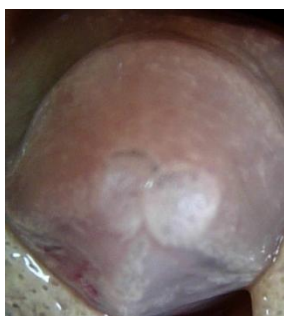


Figura 7: Punta de la lengua de *Furcifer pardalis*.

Como se observa en la Figura 7, la punta de la lengua, con aspecto bifurcado, tiene papilas orientadas al azar o en filas según la zona. Tiene aspecto de ventosa y se compone de una zona almohadillada que se invagina en forma de bolsillo, con una parte superior redondeada y una inferior denominada membrana glandular, que produce una secreción seromucosa (Bell, 1989; Herrel *et al.*, 2000; Schwenk, 2000).

La lengua es protráctil (Figura 8) y está sustentada por el proceso lingual (*os hyoideum*). El hueso hipogloso está modificado y extendido en el *processus entoglossus* y tiene una musculatura muy potente. Para capturar las presas, la lengua se puede extender rápidamente a una distancia, según la especie, desde aproximadamente la mitad de la longitud corporal (O'Malley, 2005) hasta la longitud total e incluso más (Nečas, 2004a).



Autor: Eladio Javier Santana

Figura 8: Lanzamiento lingual.  
*Furcifer pardalis* macho juvenil lanzando la lengua para realizar la captura de presa.

La musculatura lingual puede funcionar a temperaturas bajas, que generalmente inhiben la actividad de la musculatura estriada de los reptiles (Hebrard *et al.*, 1982; Anderson y Higham, 2014; Nečas, 2004a). Se trata de una adaptación al medio que les permite cazar en rangos térmicos bajos.

La captura de alimento se realiza en varias fases: registro, localización, exteriorización, proyección, retracción e ingestión (Nečas, 2004a). La secreción seromucosa de la ventosa lingual es adherente y facilita la captura de la presa. La puntería en la captura de la presa

depende de la iluminación, del tamaño y distancia a la presa, la temperatura y el estado de salud del camaleón (Nečas, 2004a).

El tamaño y el tipo de presa y la frecuencia y cantidad de ingestión, están influenciados no solo por los hábitos alimentarios, sino también por el estado de desarrollo, fase de actividad reproductiva, sexo, estrategias de caza especie-específicas y ritmo metabólico (Calvert, 2004a; Donaghue, 2006, 2010) y, además, por las preferencias individuales del reptil (Calvert, 2004a). La mayoría de los camaleones tienen una dieta compuesta principalmente de invertebrados. Las tres cuartas parte de su dieta está constituida por artrópodos (Dever, 2012), aunque también pueden ingerir algunas plantas e incluso practican el canibalismo. Obtienen hasta un 60-80% del agua que necesitan del contenido que tienen las presas. Además, la concentración de iones de este alimento es muy similar a la del depredador (Dittrich, 1983; Pough *et al.*, 1998; Wilms, 2008a).



Figura 9: Ingestión de agua.  
*Chamaeleo dilepis* macho, ingiriendo gotas de agua de una hoja.

Algunas especies utilizan su casco para recoger el agua y dirigirla hacia la boca. La ingesta de agua la realizan creando una presión negativa en la cavidad bucal que permite la succión del agua, por lo que, generalmente, beben de gotas de rocío, lluvia o condensación (Nečas, 2004a) (Figura 9).

El aparato digestivo se prolonga desde la cavidad bucal a través del esófago, el estómago y el intestino, hasta finalizar en el *coprodeum* de la cloaca. El colon posee unas glándulas de Lieberkühn cuya función es renovar el revestimiento del intestino y secretar mucosidad (Anderson y Higham, 2014).

### 1.1.4.3. Sistema reproductor

#### 1.1.4.3.1. Machos

Poseen dos testículos, situados cranealmente respecto a los riñones, y dos hemipenes, que son órganos copuladores retráctiles que se utilizan en estudios taxonómicos por sus diferencias morfológicas (Klaver y Böhme, 1986; Matthee *et al.*, 2004; Nečas, 2004a; Nečas y

Schimdt, 2004). Están situados distales a la cloaca y no tienen función urinaria. Para la cópula son funcionales ambos, si bien solo utilizan uno al realizarla (Barten, 2006a). Durante la ecdisis la capa externa de los hemipenes se renueva con el resto de la piel (Barten, 2006a).

#### 1.1.4.3.2. Hembras

Siguiendo un esquema anatómico común en los saurios, poseen dos ovarios y oviductos (divididos en cinco regiones, en las especies ovíparas) que desembocan en el *urodeum* cloacal (Jonhson, 2004; Barten, 2006a).

#### 1.1.4.3.3. Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual varía según los géneros. Por ejemplo, en *Brookesia* y *Rhampholeon* las hembras son de mayor tamaño, mientras que en *Chamaeleo*, *Calumma* y *Furcifer* los machos son más grandes. Dentro del género *Bradypodion* existen especies en las que las hembras son más grandes y otras en las que los machos son de mayor tamaño (Stuart-Fox, 2014).

En machos, el mayor tamaño no es necesariamente una ventaja (Cuadrado y Loman, 1997; Cuadrado, 2001; Stuart-Fox, 2014). El tamaño en las hembras puede estar relacionado con su fecundidad, las más grandes pueden tener más descendencia, pero con mayor esfuerzo reproductivo (Burrage, 1973; Lin y Nelson, 1981; Cuadrado, 1998; Stuart-Fox, 2014), esfuerzo que disminuye con el tamaño y la edad en varias especies (Lin y Nelson, 1981; Cuadrado, 2001; Stuart-Fox, 2014). En especies o poblaciones con pocos ornamentos, los machos tienden a tener la cabeza relativamente más grande que las hembras. El tamaño está correlacionado con la fuerza de mordida (Measey, 2009). Como ocurre en otros saurios, el dimorfismo sexual está influenciado por factores demográficos y ecológicos. Todo ello ha provocado que en la familia *Chamaeleonidae* existe una gran variación en el desarrollo de su dimorfismo sexual (Stuart-Fox, 2014).

#### 1.1.4.3.4. Madurez sexual

En el hábitat natural, la edad a la que alcanzan la madurez sexual los reptiles es muy variada, dependiendo de la especie. Suele considerarse que los saurios de pequeño tamaño alcanzan la madurez sexual a los 1-2 años de edad y los grandes a los 3-4 años (Klaver y Böhme, 1986). Sin embargo, algunas especies de camaleones alcanzan la madurez sexual entre los 3 y los 5 meses de edad (Nečas, 2004a; Nečas y Schimdt, 2004).

#### 1.1.4.3.5. Estímulos reproductivos

Existen una serie de estímulos que activan la reproducción, estando involucrados diversos órganos sensoriales que permiten desencadenar, reconocer y aceptar o rechazar las exhibiciones sexuales, dependiendo de estímulos ambientales (cambios estacionales en el fotoperiodo, temperatura, precipitaciones y disponibilidad de alimento) (Barten, 2006a; Denardo, 2006a) y de estímulos del individuo (condición física, ciclos reproductivos y grupo de cría) (Tilbury, 2010b; Stuart-Fox, 2014).

#### 1.1.4.3.6. Tipos de reproducción

Algunos autores (Mader, 2006a) consideran que el término ovovivíparo es más adecuado para los reptiles por no existir estructuras placentarias semejantes a las de mamíferos. Sin embargo, otros autores (Funk, 2002) solo distinguen entre ovíparos y vivíparos. La diferencia que describen entre ovíparos y vivíparos depende del grado de transferencia de nutrientes de la hembra a la descendencia. Hay autores que consideran que *Rhampoleon (Rhinodigitum) boulengeri* puede tener un tipo de reproducción partenogenética (Nečas, 2004a).

#### 1.1.4.3.7. Frecuencia de reproducción

La frecuencia en la reproducción depende de la especie, condiciones ambientales y grado de alimentación (Denardo 2006a). Algunas especies tienen la capacidad de realizar fertilización retardada (*amphigonia retardada*), pudiendo almacenar espermatozoides vivos en el *receptaculum seminalis* de los oviductos. De este modo, tras una sola cópula pueden realizar varias puestas o partos fértiles (Nečas, 2004a; Frye, 1991a). Está descrito en algunas especies de reptiles que pueden guardar el esperma incluso hasta seis años (Denardo, 2006a). Aun no siendo necesaria la reinseminación entre puestas, si existe, puede producir un incremento de la fertilidad (Nečas, 2004a).

Las especies que viven en entornos favorables (climas suaves sin grandes variaciones térmicas), se reproducen durante todo el año. Las de climas más duros tienen ciclos estacionales con uno o dos periodos de inactividad, que suelen coincidir con veranos o inviernos más extremos (Nečas, 2004a). En especies de zonas húmedas la reproducción también es estacional, normalmente con dos ciclos reproductivos muy influenciados por los ciclos térmicos que, además, suelen estar ligados a los cambios climáticos y a la herencia (Denardo, 2006a).

#### 1.1.4.3.8. Control hormonal de la reproducción

Existen estudios escasos y realizados en muy pocas especies de saurios' (Frye, 1991a; Funk, 2002; Denardo, 2006a; Watson, 2016) y aún menos en camaleones (Pimm, 2013).

En machos se considera que existe una correlación entre el aumento del tamaño testicular y la secreción de andrógenos, incrementándose éstos a nivel sanguíneo (Funk, 2002, Watson, 2016).

Se han realizado pruebas en machos castrados de algunas especies de reptiles, y se ha observado que con la administración de testosterona reaparece el comportamiento sexual (Funk, 2002; Watson, 2016). La progesterona puede inhibir el comportamiento sexual del macho en algunas especies (Funk, 2002; Watson, 2016).

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) incrementa los signos y agresividad del cortejo en los machos (Funk, 2002; Watson, 2016). En hembras de algunas especies induce la

ovulación y la ovoposición fuera de la época reproductiva (Frye, 1991a), incrementando el número de puestas pero disminuyendo el número de crías viables (Denardo, 2006a).

La administración de GnRH, 17-B estradiol o progesterona, induce receptividad sexual en hembras ovariectomizadas en algunos reptiles (Funk, 2002; Watson, 2016). Aunque se está estudiando la influencia hormonal en los ciclos reproductivos, aún se requieren más investigaciones para poder determinar con exactitud las funciones hormonales en camaleones (Pimm, 2013).

#### 1.1.4.4. Órganos de los sentidos

El órgano de Jacobson o vomeronasal, cuya función es la recepción de estímulos químicos (Keeble, 2004), es vestigial en algunas especies de camaleones, o está ausente (Anderson y Higham, 2014), aunque se ha observado el comportamiento de lamer objetos marcados con las secreciones de las bolsas dérmicas (Ogilvie, 1966; Nečas, 2004a; Anderson y Higham, 2014). Poseen menos receptores gustativos que otros saurios (Schwenk, 1985; Herrel *et al.*, 2001). El sistema auditivo está poco desarrollado, no tienen apertura de oído externo, ni membrana timpánica visible (Brock, 1941; Engelbrecht, 1951; Frank, 1951; Wever, 1969; Wever y Werner, 1970; Stuart-Fox, 2014). Existen diferencias anatómicas en la estructura interna y sensibilidad auditiva entre especies (Herrel, 2014). Los camaleones, podrían utilizar las vibraciones transmitiéndolas a través del entorno que les rodea, sistema muy utilizado por los insectos, pero poco frecuente en vertebrados. Este comportamiento antidepredador está documentado en algunas especies de *Brookesia* (Raxworthy, 1991; Stuart-Fox, 2014) y en *Chamaeleo calyptratus* cuando son molestados por los seres humanos y durante el cortejo. En este caso incluso está cuantificado, describiéndose dos tipos de frecuencias de emisión de la vibración: 20 Hz y 150 Hz. (Barnett *et al.*, 1999; Stuart-Fox, 2014)

A nivel sensorial, en los camaleones prevalece la vista. No solo la utilizan en un contexto social sino que, también, son considerados depredadores visuales (Gans, 1967, Herrel, 2014).

El sistema óptico de los camaleones tiene una serie de características únicas. Tienen los párpados fusionados excepto en la zona central (Millichamp, 1997), pudiendo moverse por separado y en diferentes direcciones. El ojo del camaleón puede moverse 180° en plano horizontal y 90° en plano vertical (Sándor *et al.*, 2001), lo que requiere una intrincada coordinación entre los músculos extraoculares y las motoneuronas que los estimulan (El Hassni *et al.*, 2000). Esta capacidad de movimiento les proporciona un campo visual muy amplio (Mates, 1978; Stuart-Fox, 2014). En principio se pensaba que utilizaban visión estereoscópica (binocular) para calcular distancias (Duke-Elder, 1957), aunque actualmente se ha descrito su capacidad de acomodación de la lente de forma independiente con cada ojo (Ott *et al.*, 1998; Pettigrew *et al.*, 1999; Nečas, 2004a; Stuart-Fox, 2014). La precisión de enfoque es mejor que la de otros vertebrados (Ott y Schaeffel, 1995; Ott *et al.*, 1998; Herrel, 2014).

Aunque los camaleones utilizan los movimientos oculares de forma independiente para escanear el entorno y localizar la presa (Figura 10), utilizan la visión binocular en el momento

de la captura (Flanders, 1985; Ott, 2001; Herrel, 2014). La retina tiene la mayor densidad registrada de células visuales, conos (756.000 por  $\text{mm}^2$ ), por lo que su sensibilidad visual es extremadamente alta (Wall, 1942, Higdon *et al.*, 2013; Stuart-Fox, 2014). Además, son de cuatro tipos diferentes, haciendo que el sistema visual sea sensible a la luz visible y ultravioleta (Hunt *et al.*, 2001; Bowmaker *et al.*, 2005; Herrel, 2014).



Figura 10: Movimiento independiente de ambos ojos.  
*Furcifer pardalis* juvenil.

La potencia óptica la aporta en exclusiva la córnea en lugar del cristalino (Ott y Schaeffel, 1995; Stuart-Fox, 2014), de tal forma que la imagen se magnifica en la retina. Se podría decir que los camaleones tienen visión telescópica (Pettigrew *et al.*, 1999; Stuart-Fox, 2014). La organización neural del sistema visual tiene características únicas (Bennis *et al.*, 2001, 2005; Herrel, 2014), siendo sensibles a la luz visible y a los UV cercanos a los 350nm (Hunt *et al.*, 2001; Bowmaker *et al.*, 2005; Herrel, 2014).

#### 1.1.4.5. Otros sistemas

Se describen a continuación de forma muy resumida algunas otras peculiaridades anatómicas y fisiológicas de los camaleones (Tabla 2):

Tabla 2: Otras adaptaciones anatómicas y fisiológicas.

	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Sistema renal</b>	Poseen riñones pares y vejiga urinaria (Fox, 1977; Anderson y Higham, 2014). Las especies que habitan en climas más secos tienen la capacidad de recircular orina si requieren un aporte extra de líquidos (Schmidt- Nielsen <i>et al.</i> , 1963; Nečas, 2004a). Puede ser utilizada para el almacenamiento de agua (Burrage, 1973; Anderson y Higham, 2014). El aparato urinario desemboca en el <i>urodeum</i> cloacal.
<b>Sistema respiratorio</b>	Sus pulmones son semicamerales, con divisiones o septos; en algunos tienen unos sacos ciegos en su región caudal. Su estructura es muy variable entre especies, por lo que se utiliza en taxonomía y filogenia (Klaver, 1979, 1981; O'Malley, 2005; Anderson y Higham, 2014).
<b>Sistema circulatorio</b>	El corazón es tricavitario, con dos aurículas y un gran ventrículo. Aunque la mezcla de sangre venosa y arterial es menor que en anfibios, las expansiones musculares internas de las paredes ventriculares y la válvula atrioventricular permiten una separación funcional casi completa (O'Malley, 2005). Mientras que en la mayoría de los reptiles el cono arterioso se ha incluido en el ventrículo, en camaleones son visibles rastros de un cono vestigial arterioso en la base del tronco arterial. Aún no se conoce con detalle su estructura interna, ni movimiento de flujos y volúmenes (Kashyap, 1960; Farrell <i>et al.</i> , 1998; Wyneken, 2009; Anderson y Higham, 2014). Los reptiles generalmente poseen una adaptación denominada Sistema Porto-renal, por el que la sangre de la cola y extremidades posteriores, pasa por los riñones antes de volver al sistema circulatorio general (Johnson, 2004; O'Malley, 2005). El sistema vascular no ha sido bien estudiado en camaleones. Sus glóbulos rojos, como en los otros reptiles, son nucleados.
<b>Sistema muscular</b>	Los estudios sobre la fisiología muscular se suelen centrar en la locomoción y la musculatura lingual. Son animales que se consideran unas 10 veces más lentos que otros agámidos (Abu-Ghalyun <i>et al.</i> , 1988; Losos <i>et al.</i> , 1993; Herrel <i>et al.</i> , 2011; Anderson y Higham, 2014; Herrel, 2014). Los músculos de los camaleones se han estudiado a nivel histoquímico, ultraestructural y metabólico (Guppy y Davison, 1982; Abu-Ghalyun, 1990; Mutungi, 1992; Herrel, 2014).
<b>Otras peculiaridades</b>	Carecen de glándulas femorales presentes en otros saurios (Camp, 1923; Anderson y Higham, 2014). En su lugar algunas especies poseen una glándula sebácea denominada <b>glándula temporal lateral</b> , que está situada en la región temporal de la cabeza. Es una bolsa cutánea que se abre en la comisura labial (Ogilvie, 1966; Anderson y Higham, 2014) que secreta un líquido. Se sospecha que podría tener función de cebo para atraer a las presas o defensiva antidepredador o marcaje territorial (Nečas, 2004a; Perry <i>et al.</i> , 2016), también podría tener una función lubricante del borde labial o estar involucrada en la comunicación intraespecífica. Algunos camaleones excretan sal por los orificios nasales, por lo que se cree que poseen <b>glándulas de la sal</b> (Burrage 1973; Dunson, 1976; Hazard, 2004; Anderson y Higham, 2014). Estas glándulas poseen diferente grado de desarrollo según especies ( <i>Bradypodion</i> , <i>Chamaeleo</i> , <i>Kinyongia</i> , <i>Rieppeleon</i> , y <i>Trioceros</i> ), pero está ausente en <i>Calumma</i> , <i>Furcifer</i> , y <i>Rhampholeon</i> (Ogilvie, 1966; Anderson y Higham, 2014). Las <b>glándulas cloacales</b> están situadas en el <i>proctodeum</i> posterior. La función de estas glándulas aún está en estudio, aunque parecen tener utilidad en el marcaje de territorio y en lubricar el esfínter cloacal. La <b>glándula pineal</b> se encuentra dorsal al mesencéfalo y el cerebelo (Schmidt, 1909; Quay, 1979; Anderson y Higham, 2014). En el epitalámico está el <b>órgano parietal</b> y el <b>pineal</b> , conectados mediante inervación (Quay, 1979; Anderson y Higham, 2014). Un punto asociado con la presencia del órgano parietal, llamado <i>punto parietal</i> , está involucrado en la fotorecepción, y la glándula pineal tiene una función variable de fotorecepción y/o secreción de Hormona Melanóforo Estimulante (HME). Es visible en <i>Bradypodion</i> , <i>Brookesia</i> , <i>Chamaeleo</i> y <i>Furcifer</i> , pero está ausente en <i>Rhampholeon</i> , <i>Rieppeleon</i> , y <i>Trioceros</i> (Schmidt, 1909; Gundy and Wurst, 1976; Anderson y Higham, 2014). Su función en camaleones no está clara, se piensa que es rudimentaria en camaleones maduros. La capacidad parcial de captar luz y la energía calorífica podrían ser utilizados por los neonatos para orientarse hacia la superficie al eclosionar del huevo en los nidos (Nečas, 2004a; Anderson y Higham, 2014).

#### 1.1.4.6. Fisiología del color de la piel

Los cambios de color suponen una de las mayores adaptaciones al medio que han desarrollado los camaleones.

Generalmente, la epidermis está cubierta en su totalidad por escamas queratinizadas, cuyo espesor varía según la especie y en el mismo individuo en las diferentes partes del cuerpo, tendiendo a ser más gruesa en la parte dorsal y más fina en la ventral. Las escamas se encuentran imbricadas entre sí y unidas a la dermis, no superpuestas (Nečas, 1999a, 2004a; Tilbury, 2010b). Son de diferentes tipos, no poseen osteodermos, como en otros reptiles, pero sí se pueden apreciar osificaciones superficiales en forma de arcos óseos y, en algunas especies, extensiones accesorias sobre la columna vertebral, pudiendo formar protuberancias (Siebenrock, 1893; Romer, 1956; Boistel *et al.*, 2010).

La distribución de las escamas puede ser: homogénea (del mismo tamaño y forma) o heterogénea (forma y tamaño variable). En este último caso, la distribución puede ser aparentemente al azar o con aspecto de un patrón concreto, como hileras de escamas agrandadas o en formas de roseta circular (Anderson y Higham, 2014). Además de formar o cubrir las protuberancias especie-específicas, suelen ser más desarrolladas en los machos.

Los reptiles con un buen estado de salud, mudan la porción queratinizada de la epidermis periódicamente, proceso que se denomina ecdisis. A medida que las células de queratina maduran, se mueven hacia la capa epidérmica externa, el *stratum corneum*, constituido por tres capas (Rossi, 1996; Harvey-Clark, 1997; Fraser y Girling, 2004; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016). Son reemplazadas por nuevas células de la capa epidérmica interna originadas en el *stratum germinativum*. Mientras se realizan las divisiones, y hasta que se produce la ecdisis, la piel es más permeable (Boyer y Boyer, 1991; Rossi, 1996; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016).

La ecdisis está influenciada por una serie de factores (Rossi, 1996; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016):

- Factores internos o propios del animal como la edad (los animales jóvenes mudan con más frecuencia que los adultos), estado nutricional y estado de salud.
- Factores externos, como los rangos térmicos y la humedad.

La dermis está compuesta principalmente por tejido conectivo. Las bolsas dérmicas son glándulas que tienen función termosensorial, social y de marcaje (Harvey-Clark, 1997). En la dermis se encuentran unas células, denominadas cromatóforos, que contienen pigmentos en el citoplasma y dan color a la piel y los ojos (Bagnara y Hadley, 1973; Fox, 1976; Stuart-Fox, 2014).

Se distinguen diferentes tipos de cromatóforos (Nečas, 2004a; Stuart-Fox, 2014):

- **Xantóforos y eritróforos:** son muy similares, de color amarillo-naranja y rojo, respectivamente. Se encuentran cerca de la superficie y contienen pigmentos carotenoides o pteridina, lo que les permite generar los colores rojos, naranjas y amarillos (Perry *et al.*, 2016)
- **Guanóforos o iridóforos:** situados por debajo de los anteriores. Poseen nanocristales incoloros de guanina, que están dispuestos como pilas de paquetes separados por citoplasma, en forma de red cristalina. Dependiendo de su separación pueden dispersar, principalmente, luz de longitudes de onda corta y transmitir más la longitud de onda (Thyndall de dispersión), dando una apariencia azul (Stuart-Fox, 2014). Se ha descrito recientemente que en algunas especies de camaleones, a diferencia de otros reptiles, existen dos capas superpuestas de iridóforos, con diferente morfología y función (Teyssier *et al.*, 2015).
- **Melanóforos:** están situados en la capa más profunda. Al contener melanina, son capaces de generar los colores negro y marrón. Son células estrelladas grandes, con dendritas largas que se extienden entre los iridóforos y se superponen a los xantóforos. En *Furcifer pardalis* se ha descrito la existencia de dos tipos de cromatóforos oscuros, unos con melanina y otros con un pigmento, todavía poco caracterizado, de color azul oscuro (Teyssier *et al.*, 2015).

El grado de cambio de color y la gama exhibida por el camaleón es específico de especie y dependerá del tipo, densidad y distribución de los cromatóforos de cada una (Stuart-Fox, 2014). Las variaciones de color se deben a los cromatóforos que incorporan diferentes pigmentos y a elementos estructurales (nanocristales de guanina en los iridóforos), que causan interferencia con la luz (Kuriyama *et al.*, 2006; Steffen y McGraw, 2009; Cote *et al.*, 2010; Weiss *et al.*, 2012; Saenko *et al.*, 2013; Teyssier *et al.*, 2015).

Los mecanismos que regulan esta capacidad de cambio de coloración no son conocidos al completo (Brücke, 1852; Hogben y Mirvish, 1928; Zoond y Eyre, 1934; Canella, 1963; Herrel, 2014). Se cree que están regulados por mecanismos neuroendocrinos, como ocurre en otras especies (Hogben y Mirvish, 1928; Hogben y Slome, 1931; Bagnara y Hadley, 1973; Cooper y Greenberg, 1992; Camargo *et al.*, 1999; Stuart-Fox, 2014; Herrel, 2014).

Existen dos formas de producir los colores y sus variaciones:

- **Color estructural:** en camaleones, la capa superior de iridóforos permite cambios rápidos de color y la inferior refleja la luz, especialmente en longitudes de onda cercanas al infrarrojo (Teyssier *et al.*, 2015). En otros saurios, los nanocristales de guanina tienen organizaciones diferentes, con diversos tamaños y formas, pero los iridóforos no están organizados en dos capas (Teyssier *et al.*, 2015). La organización de los iridóforos en dos capas supone un salto evolutivo que permite a las especies combinar de forma muy eficaz la función de camuflaje y exhibición de colores llamativos (Teyssier *et al.*, 2015).

- **Color pigmentario:** por cambios morfológicos o movimiento de los pigmentos de los cromatóforos mediante dispersión o concentración (Stuart-Fox, 2014).

En reptiles, la reflectividad de la radiación ultravioleta (UV) en la piel es muy importante en la percepción del color (Thorpe y Richard, 2001; Fleishman *et al.*, 2011). Algunas especies, tienen un significativo dimorfismo sexual en la coloración de la piel (Henkel y Schmidt, 2000).

Los camaleones, a diferencia de otros reptiles que solo exhiben una coloración estática, pueden variar su color de forma dinámica como función de comunicación durante las interacciones sociales (Stuart-Fox, y Moussalli, 2008, 2011; Stuart-Fox, 2014; Teyssier *et al.*, 2015). Estos cambios activos de color se relacionaban exclusivamente con la agregación o dispersión de las organelas que contienen los pigmentos en los cromatóforos de la dermis, especialmente los melanóforos, mediante dispersión y agregación de los melanosomas (Taylor y Hadley, 1970; Nilsson Skold *et al.*, 2013). Recientes investigaciones han definido que los cambios activos de color no son producidos por la dispersión y la agregación de pigmentos a nivel intracelular en los cromatóforos, sino que son causados por el proceso físico de interferencia fotónica que produce la sintonización rápida y activa de un entramado de nanocristales de guanina dentro de los iridóforos (Teyssier *et al.*, 2015).

En *Furcifer pardalis*, en ambos sexos e independientemente de la fase de desarrollo, los animales pueden modular el brillo de la piel, sin embargo, la capa superior solo está completamente desarrollada en la piel de los machos adultos (Teyssier *et al.*, 2015). En estudios recientes de filogeografía de las diferentes coloraciones de los machos de *Furcifer pardalis*, se ha sugerido que pueden existir vínculos entre factores ambientales y variaciones de color (Grbic *et al.*, 2015).

En *Chamaeleo calyptratus* existen diversos estudios sobre la *utilidad* y significado de su variación dinámica de color. Se basan en la división de la piel por zonas. El color (en esta especie puede ser blanco, negro, marrón, verde, amarillo, naranja o gris) y la intensidad con que aparezca en según qué zonas, describe un código cromático que puede correlacionarse con los estados anímicos y biológicos en ambos sexos. En la Tabla 3 se interpretan las distintas libreas expuestas en la Figura 11.

Tabla 3: Interpretación de libreas.  
Libreas expuestas en la Figura 11 adaptado de Nečas (2004b).

IMÁGENES	SEXOS	INTERPRETACIÓN
1	Macho	Coloración neutra
2	Macho	Agitación, intimidación, sueño
3	Macho	Miedo, respeto, combate perdido
4	Hembra	Coloración neutra
5	Hembra	Coloración neutra
6	Hembra	A veces, agitación
7	Hembra	Librea normal, gravidez
8	Hembra	Grávida agitada
9	Hembra	Coloración postgravidez
10	Hembra	No receptiva

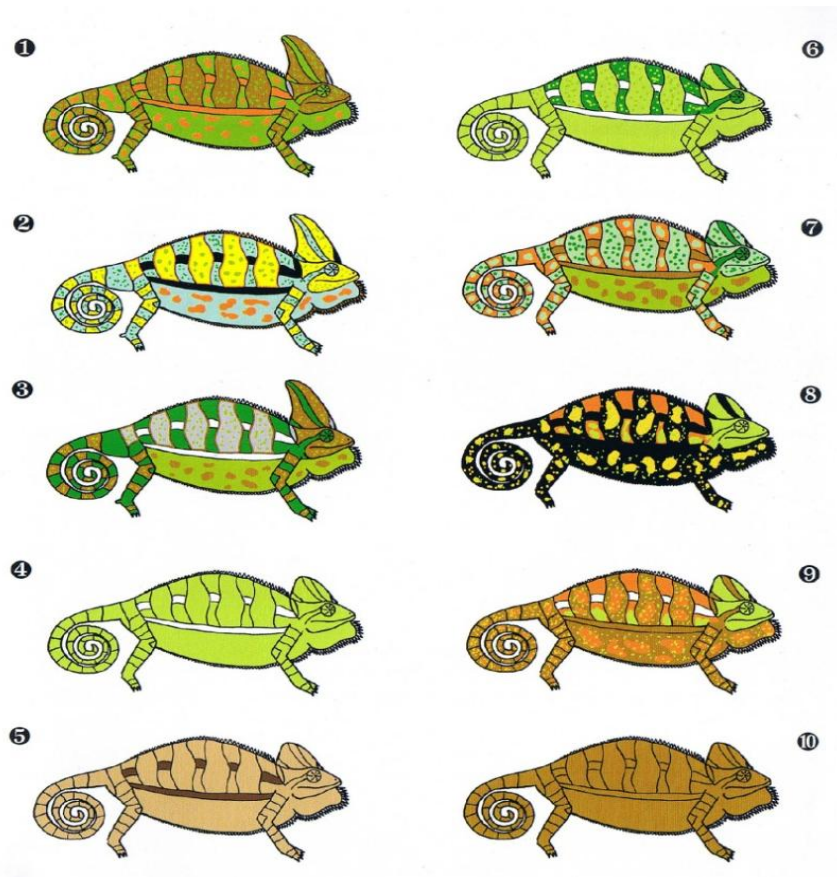


Figura 11: Libreas de color en *Chamaeleo calyptratus*.  
(Schmidt, 2001) pp. 19 basado en Nečas (2004b).

También en *Chamaeleo calyptratus* se ha llegado a cuantificar el cambio de color usando modelos visuales específicos para organismos mediante técnicas fotográficas, espectrofotometría y metodología analítica (Ligon y Mcgraw 2013). Los machos de esta especie son muy agresivos a nivel intraespecífico, y antes de llegar al contacto físico desarrollan una serie de cambios de color y de conducta que se ha podido analizar mediante la evaluación de 28 zonas elegidas en todo el cuerpo del animal, donde se evidencia que la tasa de cambio de color puede ser un componente importante de la comunicación. El estudio se centra en la velocidad, grado de cambio de color y brillo máximo de cada zona estudiada en el momento de la interacción agresiva. Así, se puede crear un mapa de señales de color en el cuerpo y la cabeza de los machos y, acoplándolo a las señales gestuales que desarrollan, se puede crear un modelo predictivo del comportamiento agresivo del enfrentamiento. El macho que es capaz de lograr una coloración más brillante en sus franjas, es más propenso a realizar acercamiento a sus oponentes, y aquellos que consiguen una coloración más brillante en su cabeza, tienen más probabilidades de éxito. La velocidad con la que realizan el cambio de coloración también es un dato que tienen en cuenta. Los cambios de color que han registrado sugieren que los diferentes colores pueden comunicar diferente información (Ligon y Mcgraw 2013).

Esta especie ha desarrollado, como estrategia evolutiva, cambios dinámicos de color en las interacciones sociales o contextos conductuales (Nečas, 2004b; Ligon y Mcgraw 2013).

## 1.2. Requerimientos etológicos

### 1.2.1. Respuesta a la luz

Los primeros estudios sobre el mantenimiento en cautividad de reptiles se centraron en la importancia de la temperatura (Laszlo, 1979) y la calidad de radiación (Laszlo, 1969).

La cantidad y calidad de radiación solar que llega a la Tierra es variable, influyendo la latitud, longitud, altitud, capa de ozono, partículas en suspensión, nubes y ángulo de incidencia de los rayos solares con las variaciones diurnas y estacionales (Diffey, 1990; Adkins *et al.*, 2003).

#### 1.2.1.1. Ultravioletas (UV)

Es una forma de radiación electromagnética situada al lado de la denominada *luz visible*. Sus longitudes de onda son cortas, por lo que tienen una mayor capacidad de penetración. Las tres regiones de distribución espectral de esta luz según la CIE (Comisión Internacional de Energía) (Angelo, 2002; Adkins *et al.*, 2003) son:

##### 1.2.1.1.1. Ultravioleta A (UVA)

Radiación de luz UV de longitud de onda larga (315-400nm). Aún no se ha demostrado que sean necesarios a largo plazo para la salud de los reptiles, y está descrito que puede causar degradación de vitamina A en la piel, por lo que un exceso podría provocar déficit de esta vitamina (Tang *et al.*, 1994; Adkins *et al.*, 2003). Son percibidos por muchos saurios y tiene un papel importante en la comunicación social (Alberts 1989; Fleishman *et al.*, 1993; Adkins *et al.*, 2003; Wilkinson 2015). Actúan de forma agonista sobre la reproducción de algunos reptiles y estimulan las relaciones sociales en reptiles desérticos (Gehrmann, 1994a, 1996; Adkins *et al.*, 2003). Un exceso de radiación UVA inhibe el crecimiento en hembras de *Furcifer pardalis* (Ferguson *et al.*, 1996). Cuando se refleja sobre la piel de un reptil, potencialmente, puede favorecer la detección por parte de los depredadores, principalmente aves (Bennett y Cuthill, 1994; Adkins *et al.*, 2003).

##### 1.2.1.1.2. Ultravioleta B (UVB)

Radiación de luz UV de longitud de onda media (280-315nm). Este espectro de radiación es visible para los camaleones (Stuart-Fox, 2014).

Según algunos autores, los 290nm se consideran el límite inferior de los UVB (Gehrmann, 1994a y b; Ullrey y Bernard, 1999; Adkins *et al.*, 2003). Se calcula que un 5% de vitamina D<sub>3</sub> se sintetiza bajo luz UVB con una longitud de onda mayor de 310 nm, mientras que un 60% de esta vitamina se sintetiza bajo UVB entre 290-300 nm (Gehrmann, 1997). Esta parte de la radiación UVB es la que se denomina UVD (Bernard, 1995).

Un exceso de radiación UVB puede tener efectos perjudiciales, lesionando tejidos y degradando las vitaminas A y D (Webb *et al.*, 1989; Tang *et al.*, 1994; Blaustein *et al.*, 1995; Blaustein *et al.*, 1996; Remenyek *et al.*, 1999; Adkins *et al.*, 2003), mientras que su déficit causa enfermedades óseas y problemas en la eclosión de los huevos (Holick *et al.*, 1971; Holick y Clark, 1978; Packard y Clark, 1996; Holick, 1999; Holick *et al.*, 1995; Ferguson *et al.*, 2002; Herrel, 2014). Aunque en reptiles aún no está descrito, en anfibios existen sospechas de su relevancia en la disminución de poblaciones (Blaustein *et al.*, 1995; Adkins *et al.*, 2003). El déficit de vitamina D<sub>3</sub> en saurios produce falta de eclosión a término de huevos incubados en cautividad (Zwart *et al.*, 1992; Ferguson *et al.*, 1996; Ferguson *et al.*, 2002). Los embriones completamente desarrollados mueren sin eclosionar por una pobre mineralización del esqueleto, un problema similar al descrito en aves por déficit de vitamina D<sub>3</sub> en la yema del huevo cuando la hembra padece hipovitaminosis D<sub>3</sub> (Narbaitz y Tsang, 1989; Packard y Clark, 1996; Ferguson *et al.*, 2002).

La luz UVB puede colaborar a la desinfección de la piel favoreciendo la eliminación de parásitos externos (Pritchard y Greenwood, 1968; Adkins *et al.*, 2003), aunque su principal beneficio es propiciar la fotobiosíntesis de vitamina D<sub>3</sub> endógena en la piel. Los animales regulan, de forma voluntaria, el tiempo y forma de la exposición a la radiación UV. En hembras de *Furcifer pardalis*, si se disminuye el aporte exógeno de vitamina D<sub>3</sub> en la dieta, el animal realiza una mayor exposición a la fuente de UV, comportamiento que tiene importancia en el incremento de calentamiento que realiza el animal (Jones *et al.*, 1996; Ferguson *et al.*, 2003; Adkins *et al.*, 2003; Ferguson *et al.*, 2005; Karsten *et al.*, 2009a; Herrel, 2014; Wilkinson 2015). En esta especie, la luz UVB es la forma más eficaz de conseguir una adecuada producción de huevos, metabolismo del calcio y formación ósea. En hembras grávidas mejora el índice de eclosión, comparado con la administración exógena de la vitamina, que no es bien absorbida por el animal y, además, se corre riesgo de hiper o hipovitaminosis (Bernard, 1995; Ferguson *et al.*, 1996; Ferguson *et al.*, 2002).

La vitamina D<sub>3</sub> tiene una función básica en el sistema de regulación hormonal del balance calcio-fósforo, mejorando la absorción de calcio por el intestino, sobre todo cuando los niveles de calcio son bajos (Ferguson *et al.*, 2003, 2005 Herrel, 2014).

#### 1.2.1.1.3. Ultravioleta C (UVC)

Radiación de luz UV de longitud de onda corta (100-280nm). Es lesiva para los tejidos, pero también tiene acción desinfectante y puede favorecer la fotobiosíntesis de vitamina D<sub>3</sub> (Maclaughlin *et al.*, 1982; Adkins *et al.*, 2003). No obstante sus perjuicios son mayores que sus beneficios, por lo que se elimina, mediante filtración, en las iluminaciones artificiales (Adkins *et al.*, 2003).

#### 1.2.1.2. Luz visible

Con una longitud de onda (400-700nm). Las variaciones en longitud de onda en este espectro son percibidas por el cerebro como diferencias en color. Los colores del espectro

que se muestran más claramente al ojo humano son los siguientes (en este orden): violeta, añil (azul-violeta), cian (cian-verde), verde, amarillo, naranja y rojo (De Grandis, 1985).

Define el fotoperiodo, con las variaciones diurnas y estacionales, y es crucial para que el animal tenga un comportamiento normal y regule su ritmo circadiano diario y estacional.

### 1.2.1.3. Infrarrojos

Con una longitud de onda superior a 700nm. Este tipo de luz no es visible para el ojo humano, sino que solo se manifiesta como radiación térmica, pero afecta a todos los seres vivos. Al proporcionar calor, es fundamental para la termorregulación (Norris y Kunz, 2012).

## 1.2.2. Respuesta a la temperatura

Los reptiles son animales heterotermos (temperatura variable), con mecanismos de termorregulación ectotérmicos, por lo que dependen casi exclusivamente del calor medioambiental para poder realizar sus funciones vitales (Huey, 1982; Varga, 2004).

Su comportamiento se adapta para mantenerse dentro de la Zona de Temperatura Óptima Preferida (ZTOP) o Temperatura Zonal Óptima (TZO) (Preferred Optimum Temperature Zone POTZ), que es el gradiente térmico con las diferentes temperaturas, que permiten al animal alcanzar su Temperatura Corporal Preferida (TCP) (Preferred Corporal Temperature PCT) . Esta temperatura varía con la especie, época del año, edad y momento del día, y es diferente para los distintos procesos biológicos. El animal puede lograr alcanzar la Temperatura Corporal Óptima (TCO) que es aquella en la que tendrá una actividad metabólica adecuada, sus procesos digestivos serán idóneos y estará en perfecto estado inmunitario (Varga, 2004).

Las temperaturas óptimas para una especie no están absolutamente fijadas. Cambian estacionalmente y difieren entre los sexos, y también influye su estado fisiológico. El animal trata de conseguir temperaturas corporales más altas cuando están en fase de digestión que cuando están en movimiento; las hembras grávidas mantienen con frecuencia diferentes temperaturas corporales, de las que no lo están (Regal, 1966; Vaughn *et al.*, 1974; Burns *et al.*, 1996; Kluger, 1979a; Firth y Turner, 1982; Charland, 1993; Andrews *et al.*, 1997; Ferguson *et al.*, 2003).

Los reptiles deben utilizar diferentes mecanismos de termorregulación para conseguir el equilibrio energético (Pflumm, 1989; Wilms, 2008a).

### 1.2.2.1. Comportamientos de termorregulación

- **Animales Heliotermos o Heliófilos:** se calientan mediante irradiación solar. Los reptiles pueden mantener una TCP aprovechando las distintas zonas térmicas que se distribuyen de forma irregular en su entorno (Norris, 1967). Lo hacen adaptando

la postura denominada *orientación positiva* hacia el sol, aplanando la caja torácica y orientando el eje mayor del cuerpo hasta colocarlo perpendicular a los rayos solares (Poug *et al.*, 1998). En esta postura captan la máxima cantidad posible de radiación solar. La capacidad de cambiar la coloración corporal permite una variación en la absorbancia y la emisividad (aparecerá claro para reflejar energía y oscuro para absorber más energía que la que refleja) (Poug *et al.*, 1998). La textura de sus escamas, su distribución y tipo se han adaptado de forma evolutiva para optimizar la utilización de la energía irradiada. Para reducir temperatura, adoptan una *orientación negativa*, comprimiendo el cuerpo para hacerlo más estrecho y tratando de colocarse de forma paralela a los rayos solares, proyectando de este modo una sombra alargada. Por último, con la *orientación neutra* (que consiste en la compresión de la caja torácica, encarándose al sol) consiguen que éste alcance perpendicularmente la cabeza y los hombros proyectando una sombra pequeña (Poug *et al.*, 1998). Este tipo de comportamientos son muy evidentes en animales que pueblan hábitats despejados, cálidos o desérticos con temperaturas extremas o con grandes fluctuaciones (sabanas, estepas, desiertos, regiones áridas), en el que existe riesgo de hipertermia, pero en regiones de pluviselva también regulan su comportamiento mediante sus adaptaciones etológicas como subir a zonas elevadas fuera de la pantalla vegetal (Wilms, 2008a).

- **Animales Tigmotermos** (otras denominaciones: Termoadaptables, Termopasivos, Termoconformes): absorben o pierden calor por conducción desde objetos del medio ambiente y por convección de los fluidos que rodean al animal (Poug *et al.*, 1998). Está relacionado con el tamaño del cuerpo y el grosor de la capa de aire, teniendo importantes implicaciones en la forma en que se comporta el animal en su microentorno. Se ha de tener en cuenta que cuanto menor es el tamaño del animal, mayor es su superficie corporal en relación con su volumen corporal, por lo que la pérdida de calor hacia el medio aumenta de forma marcada. En las especies que utilizan estos mecanismos su temperatura corporal es casi coincidente con la de su entorno. Algunos autores como Heatwole (1983), Poug *et al.*, (1998), Kingsbury (1994), Dimaki *et al.*, (2000), Ferguson *et al.*, (2003) y Wilms, (2008a) consideran que termorregulan con menos precisión. Estos animales viven en hábitats de bosques densos y sombríos, pero también en lugares despejados.
- Otros mecanismos de termorregulación a tener en cuenta son:
  - La ganancia de calor por condensación o pérdida por evaporación: los reptiles poseen lípidos en la superficie cutánea que reducen la permeabilidad al agua y limitan el ratio de evaporación, por ello la pérdida de agua por este mecanismo juega un pequeño papel en el balance de energía, ya que el calor que se pierde es aproximadamente igual al calor producido por el metabolismo. En el caso de los animales de entornos desérticos, incrementan la capacidad de evaporación mediante el *jadeo*, apertura bucal y a través de la mucosa oral (Bradshaw, 1986; Wilms, 2008a).

- La producción metabólica de calor: en las reacciones metabólicas puede liberarse energía (reacción exotérmica) o absorberse (reacción endotérmica). Aunque es relativamente bajo en reptiles, los procesos exotérmicos son más apreciable en animales terrestres que en arborícolas (Pianka, 1986, 1994; Wilms, 2008a) mientras que los procesos endotérmicos son más marcados en reptiles de gran tamaño (Bradshaw, 1986; Wilms, 2008a).

Los procesos de termorregulación determinan cuánta energía radiante alcanza la superficie corporal de un animal, cuánta es absorbida, cuánta es reflejada y cuánta es ganada o pérdida por convección, conducción y evaporación, para, con ello, mantener un equilibrio energético. La temperatura corporal de los reptiles no es un reflejo del ambiente, sino una adaptación al medio (Cowles y Bogart, 1994,2006).

En estos procesos también colaboran el cambio en la frecuencia cardíaca, flujo sanguíneo, y distribución de la circulación periférica. Estos mecanismos permiten a los reptiles acelerar el calentamiento y retardar el enfriamiento (Stevenson, 1985a). Cuando se calientan se incrementa la frecuencia cardíaca y la cantidad de sangre que fluye a una determinada zona corporal, haciendo que el calor llegue más rápido a la zona central del cuerpo (Poug *et al.*, 1998). También pueden incrementar la circulación periférica cutánea (Poug *et al.*, 1998; Wilms 2008a). Este aumento del riego sanguíneo está provocado directamente por el calor en la musculatura lisa de los vasos sanguíneos, lo que produce una miorelajación que conlleva una vasodilatación (Bradshaw, 1986; Poug *et al.*, 1998; Wilms, 2008a). Este mecanismo puede también conducir el exceso de calor hacia la periferia (Poug *et al.*, 1998).

La regulación de la temperatura corporal está influenciada por las variaciones de las horas y/o épocas de actividad y, dependiendo de la especie, a cambios estacionales y/o diarios (Wilms, 2008a). Los reptiles pueden prolongar la actividad en determinados momentos, consiguiendo de este modo, tener unas condiciones térmicas muy parecidas durante todo el año, realizando su actividad a determinadas horas del día (Pianka, 1986; Wilms, 2008a).

Esto se denomina *estructura bimodal de actividad* y consta de una fase de actividad por la mañana y otra por la tarde, evitando de este modo los máximos térmicos de mediodía en las épocas estivales. En los meses más frescos limitan su actividad al mediodía, momento más cálido en estas estaciones. Durante estas fases de inactividad buscan refugio en lugares que les proporcionan unas condiciones térmicas e hídricas adecuadas (micronichos) (Wilms, 2008a).

En los hábitats con espacios abiertos se cobijan en refugios, mientras que las especies de nichos tipo bosques densos pueden mantener su actividad en las zonas sombrías (Wilms, 2008a).

Hay especies que siendo diurnas, pueden tener actividad nocturna durante los meses más calurosos del año. Se ha de tener en cuenta que en la termorregulación de las especies, dentro de cualquier familia, influyen entre otros, la presencia de competidores y predadores, la disponibilidad y localización del alimento, los lugares donde esconderse y las variaciones de los mecanismos de termorregulación (Bradshaw, 1986; Wilms, 2008a).

### 1.2.2.2. Peculiaridades etológicas de los camaleones

La mayor parte de la comunicación en camaleones es visual, habiendo desarrollado un verdadero lenguaje del color (ver fisiología del color).

El color, la tonalidad y la capacidad de cambio de color han evolucionado como selección del camuflaje más idóneo según el entorno en el que habitan, permitiendo realizar los mecanismos de cripsis (adquirir aspecto parecido al medio que les rodea) y coloración disruptiva o somatolisis (coloración que permite alterar el perfil nítido de la silueta corporal), y también intervienen en las relaciones predador antepredador y en las necesidades de termorregulación (Stuart-Fox y Mousalli, 2011; Stuart-Fox, 2014). Las coloraciones más conspicuas se asocian a comportamientos sociales complejos como: señalización, reproducción y territorialidad (Cooper y Greenberg, 1992; Hernández- Divers, 2001, Mayer y Bradley, 2006; Stuart-Fox y Moussalli, 2008, 2009; Stuart-Fox, 2014) y las crípticas a los depredadores y las presas (Stuart-Fox y Mousalli, 2011; Stuart-Fox, 2014). Según las necesidades del animal y la especie, los cambios de color pueden estar localizados en alguna región corporal o generalizada en todo el cuerpo, siendo generalmente más llamativos en los machos (Nečas, 2004a).

Hay múltiples estímulos, determinados por factores externos e internos, que pueden provocar los cambios de coloración como respuesta pasiva o activa del animal (Nečas, 2004a; Stuart-Fox, 2014) y son cruciales en las funciones biológicas, fisiológicas y etológicas de los reptiles.

Los camaleones pueden encontrarse en diversos regímenes térmicos y condiciones climáticas, desde hábitats desérticos, cálidos y secos, a selvas tropicales, bosques lluviosos o climas mediterráneos, e incluso en ambientes de montaña a gran altitud (Burrage, 1973; Hebrard *et al.*, 1982; Reilly, 1982; Bennett, 2004; Measey *et al.*, 2014; Herrel, 2014). Siempre han sido considerados animales termoconformes, aunque estudios más recientes muestran que son capaces de termorregularse mediante su comportamiento y con la capacidad de cambio de color para mantenerse en unos 30-32°C (Bennett, 2004.; Andrews, 2008a y b; Herrel, 2014).

El oscurecimiento de la piel es el resultado de la concentración o dispersión de vesículas móviles (melanosomas) que contienen la melanina dentro de los melanóforos. Cuando los melanosomas se agregan en el centro de la célula la piel se torna pálida, mientras que cuando se dispersan a lo largo de las dendritas a la superficie de la piel se produce el oscurecimiento (Bagnara y Hadley, 1973; Stuart-Fox, 2014). Se cree que los melanóforos se mantienen en un estado de contracción tónica que es inhibida por la luz (Zoond y Eyre, 1934; Herrel, 2014) pudiendo algunos estímulos visuales inhibir esa contracción provocando un cambio de color y optimizar la termorregulación (Walton y Bennett, 1993; Herrel, 2014).

Las variaciones en la temperatura de estos animales está determinada por muchas de sus actividades: metabolismo, capacidad de reacción y la hidratación, entre otras (Wilms,

2008a). Una combinación de historia filogenética de la especie, tamaño corporal, costes y beneficios ecológicos, y mecanismos de termorregulación, determinan cuándo, cómo y con qué eficacia un animal ectotermo controla su temperatura corporal (Stevenson, 1985 a y b; Huey, 1987; Dial y Grismer, 1992). Los animales que viven en una misma región pueden tener necesidades diferentes, por lo que cada especie aprovecha distintos espacios de una misma zona, lo que conlleva que las especies que componen cada una de estas comunidades compitan menos por el territorio (Vernet *et al.*, 1988; Hattano *et al.*, 2001; Wilms, 2008a).

Las temperaturas preferidas de estos animales son más bajas comparadas con las de otros saurios diurnos, incluso agámidos, con los que están estrechamente relacionados, teniendo una mayor adaptación a temperaturas bajas. Esto, en combinación con la capacidad de propulsar su lengua incluso con estas temperaturas, puede haber permitido a los camaleones poblar hábitats de montaña que para otros saurios han sido inaccesibles (Burrage, 1973; Hebrard *et al.*, 1982; Ferguson *et al.*, 2003; Andrews, 2008a y b; Anderson y Deban, 2010; Herrel, 2014).

En camaleones, el cambio de coloración asociado a la temperatura parece ser dependiente del hábitat que pueblan. Las especies que habitan en bosques de hoja perenne de altitud media y latitudes bajas tienen unos cambios de la reflectancia termodependientes muy limitados. Sin embargo, en las especies de zonas de la sabana subtropical que pueblan una mayor extensión de territorios, las gamas de cambios de color son más amplias (Walton y Bennett, 1993; Stuart-Fox, 2014). Algunos camaleones pueden cambiar su librea a tonalidades más pálidas para incrementar la reflectancia cuando están expuestos a altos niveles de radiación (Walton y Bennett, 1993; Stuart-Fox, 2014). Las especies de camaleones de latitudes o altitudes más altas suelen subir a zonas elevadas y comprimir su cuerpo lateralmente, tornando su coloración a tonalidades más oscuras solo en el flanco expuesto al sol. Este comportamiento incrementa su tasa de ganancia de calor en algunas especies hasta un 7%, lo que puede suponer ventajas en cuanto a tiempo de actividad y rendimiento del aparato locomotor (Burrage, 1973; Walton y Bennett, 1993; Stuart-Fox, 2014).

La tolerancia a temperaturas muy elevadas varía mucho entre especies y está relacionada con las condiciones climáticas de su hábitat (Stuart-Fox 2014). Los animales de regiones desérticas están adaptados para soportar temperaturas elevadas. Existen algunos estudios sobre las tasas metabólicas en camaleones, como los de Burrage (1973), Wheeler (1984), Zari (1993) y Herrel (2014). Algunos autores indican que son similares a otros saurios, dependientes de la masa corporal (Burrage, 1973; Bennett y Dawson, 1976; Andrews y Pough, 1985; Zari, 1993) y de la temperatura (Zari, 1993). En las especies de zonas más calurosas (*Chamaeleo calyptratus*) o desérticas (*Chamaeleo namaquensis*), las tasas de deshidratación son menores con temperaturas por encima de los 30-32°C, lo que sugiere una adaptación al medio (Burrage, 1973; Zari, 1993; Herrel, 2014).

Algunas especies de camaleones que ocupan hábitats de zonas externas de bosques o hábitat más abiertos, donde están expuestos a altos niveles de radiación solar, y en

particular *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, pueden conseguir una disminución de hasta el 45% de la absorción de la irradiación recibida del sol gracias a la capa profunda de iridóforos, lo que puede suponer una ventaja para la supervivencia (Teyssier *et al.*, 2015). Sin embargo, ancestralmente, la función de estos iridóforos no puede estar asociada a una protección térmica pues los linajes evolutivos de los camaleones habitaban bosques densos, donde la irradiación es menor (Teyssier *et al.*, 2015). Estudios posteriores podrán identificar de forma definitiva si la capa profunda de los iridóforos está involucrada, o no, en una mejor resistencia a la exposición solar (Teyssier *et al.*, 2015).

### 1.2.3. Estado fisiológico y color

En animales enfermos, los comportamientos de termorregulación varían tratando de conseguir la TCO que les permita una mejor respuesta inmunológica (Regal, 1966; Vaughn *et al.*, 1974; Burns *et al.*, 1996; Kluger 1979; Firth y Turner, 1982; Charland, 1993; Andrews *et al.*, 1997; Ferguson *et al.*, 2003) observándose comportamientos de incremento de calentamiento.

En muchas especies las diferentes fases de actividad reproductiva y la gestación se acompañan de una librea de color específica. Una vez que la hembra esta grávida muestra libreas de color disuasorias (Nečas, 2004b).

### 1.2.4. Respuesta a estímulos sensoriales y color

El valor adaptativo de la variación de color en los animales se asocia no solo con procesos de termorregulación, sino también con el camuflaje (Stuart-Fox y Moussalli, 2009), comportamiento antidepredador, relación sexual y especiación (Cooper y Greenberg, 1992; Hoekstra, 2006; Gray y McKinnon, 2007; Magalhaes *et al.*, 2010; Rosenblum *et al.*, 2010; Brakefield y De Jong, 2011; Olsson *et al.*, 2013). Los camaleones son capaces de exhibir coloraciones crípticas específicas antidepredador (Stuart-Fox *et al.*, 2008), y varias especies pueden variar sus colores como función social (Stuart-Fox y Moussalli, 2008; Ligon y McGraw, 2013). Incluso en algunas especies se ha descrito una correlación entre la distribución e intensidad de colores con estados anímicos en ambos sexos (Nečas, 2004b).

Esta respuesta a estímulos sensoriales (percepción de peligro, estrategias de caza y comunicación intra e inter específica, incluyendo comportamiento antidepredador, territorial y de apareamiento) la realizan mediante mecanismos activos desarrollados por el animal.

#### 1.2.4.1. Comportamiento sexual

Se consideran polígamos ya que las hembras pueden aparearse con uno o más machos en el mismo o diferente ciclo ovárico dependiendo de la densidad de machos y por otro lado, un macho puede aparearse con varias hembras (Tilbury, 2010b; Stuart-Fox, 2014). Solo algunas especies parecen formar parejas permanentes (Nečas 2004a). Las fases de actividad reproductora se suelen dividir en: cortejo, cópula, gestación, ovoposición/parto.

#### 1.2.4.1.1. Cortejo

Es la fase en la que se desarrolla intimidación intra e intersexual sin agresión. Posiblemente es la fase del comportamiento reproductor donde los camaleones exponen las libreas más llamativas. Los machos inician el cortejo a una cierta distancia, realizando una compresión lateral del cuerpo, exponiendo libreas en los flancos, extensión de las extremidades y expansión la de región gular. De este modo el animal aparenta el mayor tamaño posible, similar a las que exhiben en el comportamiento agresivo. El resto de señales corporales varía según la especie (Burrage, 1973; Carpenter, 1977; Kelso y Verrell, 2002; Karsten *et al.*, 2009b; Stuart-Fox, 2014).

Hay especies que desarrollan un comportamiento de confrontación macho- macho. Se ha sugerido que la competencia entre machos puede ser importante en el acceso a hembras receptivas (Stuart-Fox, 2014). En el combate ritual se puede exhibir una coloración sumisa por parte de uno de los individuos, lo que provoca el cese del combate. Si ambos están con coloraciones de agresión pueden llegar a embestirse e incluso morderse (Stuart-Fox, 2014).

El grado de intensidad de combate es mayor en la época de cría y más marcado en las especies con ciclo estacional (Singh *et al.*, 1983; Stuart-Fox, 2014). La selección intersexual varía entre poblaciones dependiendo de la densidad y /o el hábitat, lo que evolutivamente tiene importancia en el desarrollo de la ornamentación que exhiben muchas especies (Stuart-Fox, 2014), existiendo ecomorfos o variantes en biotopos más cerrados, con ornamentaciones más marcadas que en los hábitat más abiertos (Measey *et al.*, 2009; Stuart-Fox, 2014). Las especies que poseen cuernos queratinizados pueden ser más propensas a combates rituales que las que poseen apéndices carnosos (Stuart-Fox, 2014). Estas exhibiciones incluyen cambios característicos del color. Se ha observado libreas concretas en algunas especies (Karsten *et al.*, 2009b) y en otras donde se han realizado estudios más precisos, la capacidad de cambio de color podría permitir la comunicación social, utilizando colores llamativos (Stuart-Fox y Moussalli, 2008). Se estima que la selección sexual, y con ella el éxito reproductivo, va a asociada a individuos con un mayor dimorfismo (Stuart-Fox, y Moussalli, 2011).

Tras todas estas exhibiciones, el macho tratará de aproximarse a la hembra y colocarse tras ella. En este momento se puede producir el acoplamiento inmediato si la hembra esta receptiva, o producirse varios intentos por parte del macho, desarrollando comportamientos con contacto físico (Kelso y Verrell, 2002; Karsten *et al.*, 2009b; Stuart-Fox, 2014). Los machos cortejan a las hembras, estén receptivas o no. Las hembras, si están receptivas, suelen adquirir una tonalidad monotonos y permanecer pasivas; si no están receptivas, suelen mostrarse con tonalidades oscuras y desarrollan un comportamiento de rechazo (Singh *et al.*, 1983; Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox y Whiting, 2005; Stuart-Fox, 2014). Este comportamiento es muy diferente de unas especies a otras, incluso en algunas estrechamente relacionadas, pudiendo estar definidas por las diferentes presiones ejercidas por posibles depredadores o densidad de machos y en determinadas especies, incluso se ha descrito la capacidad de la hembra, mediante su comportamiento, de seleccionar al macho (Karsten *et al.*, 2009b; Stuart-Fox, 2014).

Algunas especies han desarrollado diferentes libreas y comportamientos para señalar si están o no receptivas o grávidas (Kelso y Verrell, 2002; Nečas, 2004a; Stuart-Fox, 2014), mientras que en otras especies están relacionados con la madurez sexual de la hembra (Karsten *et al.*, 2009b; Stuart-Fox, 2014).

#### 1.2.4.1.2. Cópula

La fertilización es interna, siendo la duración de la penetración variable según las especies (Herrel, 2014). Puede durar desde menos de un minuto (Cuadrado y Lomas, 1997; Stuart-Fox, 2014) hasta una hora (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014). En algunas especies se desarrollan explosiones cortas de vibraciones (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014) y frotamiento del macho contra el flanco de la hembra (Brain, 1961; Tilbury, 2010b; Stuart-Fox, 2014). Se confrontan las cloacas y se produce el acoplamiento. La hembra es capaz de iniciar el desacoplamiento con sus movimientos (Brain, 1961; Tilbury, 2010b; Stuart-Fox, 2014). Las lesiones durante el cortejo y la cópula son muy frecuentes (Denardo, 2006a).

El momento idóneo de la fertilización es poco conocido en muchas especies. En unas la cópula ha de realizarse en el momento de la vitelogenénesis, pero en otras ha de ser antes (Barten, 2006; Denardo, 2006a).

#### 1.2.4.1.3. Gestación

Tiene una duración muy variable entre especies, estando influenciada por factores climáticos (Herrel, 2014).

#### 1.2.4.1.4. Ovoposición/parto

- **Ovíparos**

Antes de realizar la ovoposición las hembras se muestran inquietas, buscando un lugar idóneo para el desove (Rossi, 2006; Stuart-Fox, 2014). Generalmente las especies originarias de zonas más secas suelen excavar nidos más profundos y grandes que las de zonas más húmedas, que llegan incluso a realizar la puesta en superficie o bajo cortezas y vegetación (Nečas y Schimdt, 2004). En general, pueden realizar varias puestas por año con diferentes intervalos entre ellas y la prolificidad depende de la especie, del individuo y la edad (Nečas, 2004a). En especies de menor tamaño suelen realizar puestas de 2-5 huevos, mientras que las hembras de especies de mayor tamaño alcanzan hasta 10-40 huevos por puesta (Nečas, 2004a). El tamaño del huevo se vincula al tamaño corporal de la madre, sin embargo, es mayor (en comparación al tamaño de la hembra) en las especies de menor tamaño. El tamaño de los huevos, según la especie y desarrollo corporal de la hembra varía entre 3-30mm (Nečas, 2004a).

Algunas hembras de camaleones pueden realizar puesta de huevos infértiles, de menor tamaño y, generalmente, con tacto céreo (Nečas, 2004a), algunas incluso sin la presencia de macho o mezclando en la misma puesta huevos fértiles e infértiles (Denardo, 2006a).

Los huevos de reptiles son telolecíticos (Mader, 2006a). En camaleones son de cáscara poco calcificada y membrana interna elástica, lo que permite el intercambio gaseoso e hídrico con el exterior (Köhler, 2006). Generalmente son de forma elíptica, aunque existen excepciones (Nečas, 2004a). En la incubación de huevos de reptiles, los tres factores que influyen de forma determinante son: agua, gases y temperatura (Funk, 2002; Köhler, 2006). Cuando la hembra realiza la puesta de forma natural, los huevos en el nido realizan intercambio de agua entre ellos, consiguiendo mantenerse a una humedad similar aunque el sustrato no esté húmedo por igual. Absorben agua hasta incrementar su tamaño unas 3-4 veces (Nečas, 2004a). El embrión intercambia gases con el exterior mediante una red de capilares dispuestos bajo la superficie del huevo (Köhler, 2006).

En algunas especies ovíparas puede existir una diapausa en el desarrollo embrionario, permaneciendo en fase de gástrula varios meses (Herrel, 2014). Se pueden distinguir dos estados: el periodo de latencia en el que el huevo aumenta de tamaño, pero el desarrollo embrionario está parado, y el periodo de desarrollo embrionario rápido, variando forma y color de una a otra fase en algunas especies (Nečas, 2004a). Según Nečas (2004a), el cambio de un periodo a otro parece venir determinado por parámetros ambientales como la humedad o la temperatura, aunque otros autores indican que viene determinado por la temperatura, pero no por la humedad (Andrews y Donoghue, 2004; Andrews *et al.*, 2008; Adams *et al.*, 2010). La temperatura también afecta a la velocidad de desarrollo, al crecimiento del saco vitelino, así como al fenotipo (Díaz-Paniagua y Cuadrado, 2003; Andrews, 2007, 2008; Díaz-Paniagua, 2007). La eclosión de las crías en libertad suele suceder cuando va a llegar a la estación lluviosa en especies que pueblan zonas más secas, o en el verano en las especies de montaña, porque el que coincida la eclosión con un alto número de presas para que los neonatos se alimenten es importante para la viabilidad de la progenie (Nečas, 2004a).

- **Vivíparos**

Durante la gestación, la hembra puede controlar la temperatura de los fetos en desarrollo termorregulándose en los diferentes gradientes térmicos de los que dispone en su entorno (Denardo, 2006a). Cuando se acerca el parto, las hembras vivíparas están inquietas. El alumbramiento suele producirse por las mañanas y las crías nacen aún envueltas en las membranas fetales (Nečas, 2004a). Las desperdigan sobre las ramas o caen al suelo, rompiéndose las membranas que las recubren. Son especies menos prolíficas que las ovíparas, de media 10-20 crías por parto (Nečas, 2004a).

#### 1.2.4.2. Comportamiento de neonatos

Al igual que en otros saurios, en camaleones es relativamente frecuente que los neonatos manifiesten una agresividad intraespecífica elevada desde el nacimiento, tanto por el territorio, como por la alimentación (Mader, 2006a), por lo que algunas especies son muy activas al nacer, corriendo durante minutos e incluso horas en un intento de dispersarse por una amplia zona para evitarlo (Nečas, 2004a). Algunas especies de camaleones han

desarrollado mecanismos de tanatosis (técnica mimética mediante la cual los animales se hacen los muertos) y acinesia (cuando el animal se queda inmóvil) (Nečas, 2004a).

### 1.3. Distribución de los camaleones en base al clima

La distribución geográfica que en el pasado tuvieron los camaleones era más amplia que la que tienen en nuestros días. Actualmente, los camaleones se distribuyen por toda África (excepto las regiones más áridas del Sahara), incluyendo varias islas (Bioko, Comores, Madagascar, Mauricio, Bemba, Reunión, Seychelles, Socotra y Zanzíbar), Sur de Europa, Oriente próximo, Sri Lanka, Pakistán y la India (Nečas, 2004a; Nečas y Schimdt, 2004). Hay que tener en cuenta que existen nuevas zonas de asentamiento por fugas de especies mantenidas en cautividad.

El mapa de la Figura 12 (Nečas 2004a), aunque mantiene una clasificación taxonómica ya obsoleta, permite una visión muy clara de la distribución actual de los camaleones, (no se incluyen las zonas invadidas por animales escapados al ser mantenidos en cautividad).

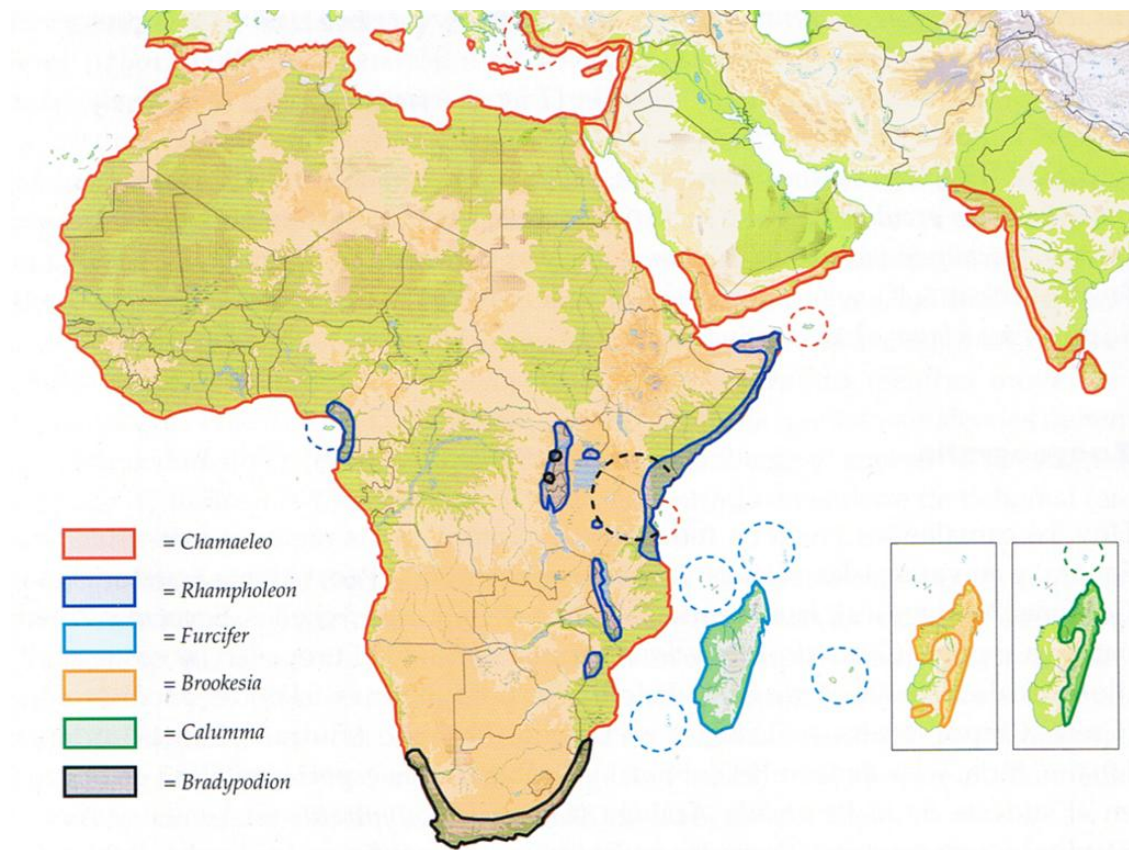


Figura 12: Mapa de la distribución de camaleones.

#### 1.3.1. Macroclimas

Debido a su amplia distribución, los camaleones ocupan hábitats muy numerosos y diferentes (Figura 12). En general, las zonas climáticas más pobladas por los reptiles son la subtropical y la tropical (Nečas, 2004a). Los camaleones se distribuyen desde el nivel del mar hasta zonas de montaña, y desde climas costeros, a continentales o desérticos, pasando por sotobosques de la pluviselva, bosques secos, selvas nubladas y sabanas (Nečas, 2004a). Aproximadamente un 67% de las especies de camaleones viven en bosques, y se estima que el 70% de los taxones de África continental están restringidos a hábitats forestales (Tilbury,

2010c; Measey *et al.*, 2014). Algunos son típicamente de bosque (*Brookesia*, *Kinyongia*, *Rhampholeon* y *Calumma*) (Measey *et al.*, 2014). Otros de hábitat abierto (*Chamaeleo*), y un último grupo parece tener miembros ocupando hábitats tanto forestales como de zonas más abierta (*Bradypodion*, *Trioceros*, *Furcifer* y *Rieppeleon*) (Tilbury, 2010c; Measey *et al.*, 2014).

Lo más probable es que el ancestro de todos los camaleones fuera un especialista en hábitats de bosques de hojarasca en África continental (Tolley *et al.*, 2013; Measey *et al.*, 2014; Tolley y Menegon, 2014).

Las especies de camaleones que se distribuyen en áreas húmedas y lluviosas, consideradas condiciones favorables y estables, pueden clasificarse fácilmente (Nečas, 2004a). Sin embargo, las especies que habitan regiones con condiciones menos favorables, y que han desarrollado un mayor grado de especialización creando grupos más heterogéneos, son más difíciles de clasificar (Nečas, 2004a). La mayoría de las especies pertenecientes al primer grupo (por ejemplo, género *Calumma* y *Brookesia*) están muy ligadas a su entorno y tienen una menor capacidad de adaptación a los cambios medioambientales. Las del segundo grupo son capaces de adaptarse a hábitats más diversos (por ejemplo, *Furcifer lateralis* y *Furcifer pardalis* en Madagascar y *Trioceros ellioti* en África central) (Nečas, 2004a).

### 1.3.2. Microclimas

Los mapas climáticos se suelen referir exclusivamente al macroclima, mientras que los datos ambientales de los animales son más complejos de averiguar, aunque se pueden deducir, en cierta medida, del macroclima y del tipo de hábitat.

El microclima puede tener muchas diferencias con el macroclima. Se ha de tener en cuenta la estructuración del entorno: orientación del lugar (a barlovento o sotavento de las montañas), la superficie y naturaleza del suelo, la pluviosidad y la densidad de vegetación (tipo y espesor de la cobertura del suelo) (Wilms, 2008a). En los lugares resguardados, las temperaturas del suelo y subterráneas pueden ser notablemente más elevadas que la media local. En el gradiente térmico de una zona influyen mucho la consistencia, la estructura, el color y la permeabilidad del suelo (Haller- Probst, 1997; Wilms, 2008a).

La localización y territorio de los camaleones se adapta a las condiciones climáticas del biotopo donde viven. Condiciones de lluvias, vientos fuertes y bajas temperaturas propician que pueblen de forma más densa ramas inferiores y áreas de cubierta vegetal (Measey *et al.*, 2014). El número de lugares que permitan refugiarse al animal también puede condicionar el grado de defensa del territorio. Generalmente, son lugares donde cada espécimen se localiza en solitario, aunque en algunas zonas de vegetación se han localizado machos y hembras en parejas en la época de celo (Measey *et al.*, 2014). La mayoría de los autores coinciden en que los lugares de refugio o cobijo se seleccionan para minimizar el riesgo de depredación nocturna, especialmente por parte de ofidios (Wild, 1994; Raselimanana y Rakotomalala, 2003; Raholdina, 2012; Tolley y Menegon, 2014; Measey *et al.*, 2014).

En los camaleones que habitan climas altamente estacionales, es muy probable que se sincronicen sus ciclos biológicos con las temporadas más productivas (Karsten *et al.*, 2008; Measey *et al.*, 2014). La densidad de población de las diferentes especies de camaleones, sus variaciones estacionales y entre diferentes años en el mismo hábitat, es probable que dependa de factores bióticos (depredadores, precipitaciones, fuego, etc.) y abióticos que aún no han sido investigados con la suficiente extensión en el tiempo como para poder evaluarlos (Measey *et al.*, 2014).

La distribución de los camaleones que habitan en zonas boscosas la podemos dividir en:

- Distribución vertical: viene determinada por las costumbres de alimentación y cobijo. Varían según la especie, edad y el tipo de vegetación del biotopo que habitan, y son diferentes según la estación climática, la disponibilidad de alimento y los depredadores (Measey *et al.*, 2014).
- Distribución horizontal: las especies arbóreas, en muchas ocasiones, son observadas en los márgenes de las zonas boscosas; en este caso se ha de tener en cuenta la dificultad que entraña localizar camaleones, expertos en el camuflaje, entre la vegetación. No obstante, las zonas de los márgenes pueden posibilitar a los animales poder localizar una mayor diversidad de presas y favorecer la comunicación interespecífica (Measey *et al.*, 2014). También puede favorecer la diferente distribución horizontal, la disponibilidad de agua en zonas más abiertas del bosque y, principalmente, en las épocas más secas. Al igual que en la distribución vertical, se han observado diferencias entre especies. Así, especies de África occidental se localizan en los bosques de tierras bajas de acuerdo a los recursos disponibles de alimentación, mientras que las especies de montaña, dependen más de los nichos espaciales (Wild, 1994; Tolley y Menegon, 2014).

La deforestación provoca variaciones en la distribución de los camaleones, existiendo especies que se adaptan mejor a este proceso. Suelen ser las especies que pueblan las zonas de la periferia del bosque (genero *Furcifer*) (Measey *et al.*, 2014).

La mayoría de las especies de camaleones habitan regiones boscosas. Solo un pequeño grupo se distribuye por otros hábitats que podemos clasificar en: zonas de arbustos y matorral, bosques de dosel abierto y sabana seca, y desiertos (Measey *et al.*, 2014). La distribución en estos hábitats más abiertos se ve limitada por la vegetación (Measey *et al.*, 2014).

Esta diversidad de hábitats ha influido en el aspecto externo, tamaño y adaptaciones anatómicas, fisiológicas y etológicas que han ido desarrollando los diferentes linajes de las especies de camaleones (Measey *et al.*, 2014).

## 1.4. Mantenimiento en cautividad

Las condiciones de mantenimiento en cautividad son uno de los factores más importantes a tener en cuenta para prevenir la aparición de enfermedades (Wilkinson, 2015). Los reptiles que tienen deficiencias en gradientes térmicos, iluminación, instalación, humedad y alimentación son más susceptibles a padecer enfermedades que los que tienen un correcto mantenimiento (Rossi, 2006; Wilkinson, 2015). El estrés que producen las deficiencias en el mantenimiento, los constantes cambios, un excesivo manejo o un tránsito elevado cerca de su instalación, propician inmunosupresión e incrementan la aparición de enfermedades (Rossi, 2006; Denardo, 2006b; Wilkinson, 2015).

Se ha de tener en cuenta que los animales recién importados son aún más vulnerables que los criados en cautividad y tienen con más frecuencia problemas de adaptación, incluyendo el Síndrome de Mala Adaptación (SMA) definido como el estrés de cautividad. Se deben considerar todas las condiciones de mantenimiento (incluyendo la manipulación), que implican un potencial estrés con el incremento de corticosteroides y catecolaminas adrenales, que pueden provocar la *muerte por estrés* en un reptil (Denardo, 2006b).

### 1.4.1. Instalación

Este apartado centra la exposición en instalaciones de interior porque son las que se utilizan con más frecuencia y todos los animales incluidos investigados estaban mantenidos de este modo.

En el sistema de alojamiento se deben tener en cuenta los materiales, estructura y diseño según los requerimientos especie-específicos. Deben usarse materiales inertes, no tóxicos, fácilmente limpiables y que resistan las temperaturas que estos animales necesitan. Las dimensiones que se suelen recomendar por individuo se suelen calcular según la LCA (Longitud Corporal del Animal) sin la cola. Así, Varga (2004) recomienda unas medidas de: largo 3 LCA x ancho 2 LCA x alto 2-3 LCA mientras que Nečas (2004a) señala que, para animales arborícolas, debería ser: largo 4 LCA x ancho 3 LCA x alto 6 LCA. El animal ha de disponer de espacio suficiente para poder desarrollar su comportamiento fisiológico al completo. Un tamaño adecuado de la instalación disminuye las lesiones, mejora la condición física e incrementa los ratios de reproducción (Wilkinson, 2015). En el caso de los camaleones, los huecos para la ventilación han de ser amplios, pero permitiendo preservar el grado de humedad necesaria para cada especie. Los elementos usados para evitar fugas por estos huecos (rejillas) han de ser resistentes a la tracción y al calor, y tener un diámetro de luz suficientemente amplio para permitir el paso de todos los rangos de radiación que el animal requiera.

La localización de la instalación en el domicilio también se ha de valorar, ya que una alta frecuencia de paso de personas cerca de ella puede incrementar el estrés y propiciar inmunosupresión y comportamientos anómalos en el animal (Wilkinson, 2015).

### 1.4.2. Iluminación

La calidad de radiación de las luces es extremadamente importante (Wilkinson, 2015), pero se deben tener en cuenta otras características de las fuentes de iluminación. Las fuentes de iluminación artificial que se utilizan en cautividad son de espectro total. La luz tiene tres características que se relacionan con el color: tono (diferentes colores del espectro según su longitud de onda), saturación (pureza o fuerza del tono) y brillo (se relaciona con la intensidad o potencia de la fuente). La composición del color de una fuente de luz o su calidad pueden especificarse directamente o indirectamente de diferentes formas.

A la hora de elegir la fuente de UV intervienen muchos factores que pueden tener efecto sobre la intensidad de la UV que en realidad alcanza el reptil (Adkins *et al.*, 2003):

- Altura del terrario (que determina la distancia de emisión, a mayor distancia menor % de UV)
- Volumen (determina los vatios)
- Tiempo de exposición diario y estacional (fotoperiodo diario o estacional)
- Los materiales que ha de atravesar la luz
- Hábitos del animal

Cualquier elemento que obstruya la radiación entre la fuente de luz y el animal va a filtrar, en cierta medida, la intensidad de UV. Muchas de las rejillas utilizadas comúnmente pueden filtrar 40-50% de la intensidad de UV (Adkins *et al.*, 2003). El UVB, como ya se ha mencionado anteriormente, es fundamental en el metabolismo del calcio, y el UVA estimula el comportamiento fisiológico de los reptiles (Wilkinson, 2015).

Los tubos fluorescentes tipo T8 emiten luz difusa y pocos infrarrojos (Barten y Fleming 2014). A más de 12-18 cm de distancia, se detecta muy poca radiación UV (Adkins *et al.*, 2003), aunque algún autor aumenta esta distancia hasta los 30 cm (Wilkinson 2015). En los más recientes tubos, tipo T5 de alta salida (HO), esta distancia puede incrementarse y seguir siendo efectivos para la producción de vitamina D<sub>3</sub> (Wilkinson, 2015). Debido a la disminución progresiva de emisión de UV que presentan, se han de renovar cada 6-8 meses (Wilkinson, 2015). En las bombillas compactas (tubos fluorescentes compactados y mejorados), la distancia de trabajo que suelen aconsejar los fabricantes es de hasta 60-80 cm. Emiten la luz en un área más concentrada que los tubos y, al igual que ellos, pocos infrarrojos. Ambas lámparas fluorescentes se comercializan con diferentes cantidades de emisión de UV.

Las lámparas de vapor de mercurio emiten luz brillante y calor (Adkins *et al.*, 2003; Barten y Fleming, 2014; Wilkinson, 2015) y se aconseja utilizarlos, al menos, a 30 cm del animal (Wilkinson, 2015). Al inicio de la utilización de este tipo de fuentes de iluminación se

describieron altas incidencias de fotoqueratoconjuntivitis y fotodermatitis (Wilkinson, 2015), que han desaparecido al ir evolucionando las técnicas de fabricación.

Las lámparas de halogenuros metálicos son las más aconsejables, siempre que las características de instalación lo permitan. Al igual que las anteriores, emiten luz brillante y calor. No se han encontrado datos bibliográficos sobre las que se utilizan con más frecuencia en Europa, posiblemente porque los autores son, en su mayoría, estadounidenses, y en este país las fuentes de iluminación comercializadas son diferentes, en muchos casos, a las del continente europeo.

En mediciones realizadas a lo largo de los años en nuestro trabajo clínico, se ha observado que algunas de las lámparas de mercurio y halogenuros metálicos empleadas en Europa emiten UV a mayor distancia que las descritas en la bibliografía americana, de tal forma que la distancia de trabajo de la fuente de luz, la determina la temperatura requerida.

La frecuencia de renovación de todas las fuentes mencionadas, por agotamiento de la emisión de UV, varía con el tipo de fuente, el método y los materiales con que han sido fabricadas, e incluso con cada unidad de fuente. La radiación emitida se mide en  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , mediante radiómetros de diferentes características. En concreto, para los UVB actualmente se comercializan varios modelos, midiendo la radiación entre 290-320nm de longitud de onda, puesto que se considera que en los 298nm es donde se produce una mayor cantidad de vitamina D<sub>3</sub> (Barten y Fleming, 2014).

El fotoperiodo es importante en el comportamiento normal del animal y su reproducción (Wilkinson, 2015) y ha de adecuarse al lugar de procedencia biológica del animal para recrear lo más fielmente posible las características del biotopo natural simulando las variaciones estacionales.

### 1.4.3. Temperatura

Se debe conseguir la TZO que cada especie requiere para que el animal pueda elegir su TCP y de este modo pueda alcanzar la TCO que necesite en cada momento (Varga, 2004). En muchas ocasiones la fuente de infrarrojos y la de iluminación es diferente, aunque hay autores que consideran que separar la fuente de luz de la fuente de calor altera la termorregulación (Sievert, 1991; Adkins *et al.*, 2003). En el control térmico es aconsejable utilizar termostatos con diferentes características, con las nuevas tecnologías es cada vez más factible realizar un control adecuado incluso a nivel remoto (Barten y Fleming, 2014).

El nivel inmunológico de los reptiles está directamente relacionado con la temperatura (Rossi, 2006; Denardo, 2006b). La respuesta inmune, humoral y celular, es menor durante los meses de invierno, por lo que, pueden ser más susceptibles a la enfermedad durante este tiempo, si se mantuvieron a temperaturas demasiado bajas para los requerimientos de las diferentes especies (Wilkinson, 2015).

#### 1.4.4. Aporte hídrico

Hay especies de reptiles que necesitan agua en movimiento. En concreto los camaleones, necesitan aporte de agua en forma de gotas de pequeño tamaño en forma de lluvia o simulando rocío (Nečas, 2004a). Es un parámetro íntimamente relacionado con la ventilación (Wilms, 2008a). Se ha de conseguir un equilibrio que mantenga una buena calidad de aire sin impedir alcanzar la humedad relativa requerida por cada especie.

Existen tres fuentes principales para conseguir el aporte hídrico (Pough *et al.*, 1998; Zug *et al.*, 2001; Wilms, 2008a):

- Agua líquida: posibilitando la ingestión de agua en la cantidad, frecuencia y forma idónea para cada especie, que cubra todas sus necesidades, las cuales varían con los ritmos circadianos diarios y estacionales.
- Agua de alimentos: los reptiles que se alimentan con insectos u otros invertebrados, obtienen hasta un 60-80% del agua que necesitan del contenido que tienen las presas (Wilms, 2008a). Es fundamental la alimentación con presas bien nutridas e hidratadas.
- Agua metabólica: la obtienen al oxidar los principios nutritivos del alimento (carbohidratos, grasas y proteínas) proporcionando cantidades de agua variables (Pough *et al.*, 1998; Wilms, 2008a).
- Humedad ambiental (medida como humedad relativa).

Minimizar las pérdidas de agua en reptiles, parece ser muy importante en la lucha contra la aparición de problemas de salud a largo plazo, sobre todo para el desarrollo de enfermedades renales. Las dificultades aparecen cuando la humedad ambiental es muy baja (Wilkinson, 2015). El control de calidad del agua dependerá de las características concretas de la zona donde se mantenga el animal y, si es necesario, se utilizarán sistemas de filtración y depuración (Barten y Fleming, 2014).

En camaleones existen pocos estudios que hayan investigado su metabolismo (Burrage, 1973; Wheeler, 1984; Zari, 1993; Herrel, 2014). Por su forma de vida se podría suponer que sus tasas metabólicas son bajas; sin embargo son similares a otros saurios y dependen en gran medida de su masa corporal (Burrage, 1973; Bennett y Dawson, 1976; Andrews y Pough, 1985; Zari, 1993; Herrel, 2014). Las especies de zonas más calurosas y/o desérticas han desarrollado mecanismos que suponen una mayor capacidad de adaptación a la disponibilidad hídrica (Burrage, 1973; Zari, 1993; Herrel, 2014).

#### 1.4.5. Enriquecimiento ambiental

Los elementos que se utilicen deben aportar al animal un hábitat que permita minimizar el estrés, propiciar su adaptación y permitir el desarrollo de todos los comportamientos

fisiológicos (Wilms, 2008a y b). Estos elementos ambientales deben permitir que el reptil pueda seleccionar el microhábitat que le propicie una exposición a diferentes niveles de luz, calor y humedad (Wilkinson, 2015). Los elementos (ramas), incluyendo el sustrato, no deben ser tóxicos, ni por ingestión ni por contacto y, por supuesto, tampoco traumáticos (Varga, 2004). El sustrato es fundamental en el mantenimiento de cualquier reptil, siendo los sustratos naturales los más aconsejables (Wilms, 2008b; Barten y Fleming, 2014). Siempre que sea posible se utilizarán plantas naturales ya que permiten una adecuación mayor al biotopo original, siendo fundamental que no sean tóxicas ni por ingestión ni por contacto (Frye, 1994). Las que se recomiendan más habitualmente son: *Ficus*, *Sansevieria*, *Pothos*, *Crassula*, etc. (Nečas, 2004a). El diámetro de las ramas o lianas ha de ser el adecuado para el tamaño de camaleón, y se han de situar de tal forma que le permita realizar la termorregulación y otros comportamientos de forma fisiológica (Wilms, 2008b).

#### 1.4.6. Alimentación

Se ha de tener en cuenta que el tamaño, tipo de presa, frecuencia y cantidad de ingestión, están influenciados no solo por los hábitos alimentarios, sino también por el estado de desarrollo, fase de actividad reproductiva, sexo, estrategias de caza especie-específicas, ritmo metabólico y preferencias individuales del reptil (Calvert, 2004a; Donaghue, 1996, 2006). A continuación se enumeran los factores más relevantes en la alimentación de camaleones.

- Tamaño: relación masa presa / masa predador que varía según la especie y su estado de desarrollo (Donaghue, 2006).
- Frecuencia y cantidad: determinadas por la especie, edad y desarrollo del animal, tipo de ciclo de actividad (estacional o continuo) y requerimientos metabólicos (Calvert, 2004a). Como regla general, al aumentar el tamaño de la presa se tiende a disminuir la frecuencia de ingesta (Donaghue, 2006).
- Tipo: en libertad existe una gran variedad de presas, que son seleccionadas por el animal según sus necesidades metabólicas y disponibilidad de alimento (Calvert, 2004a; Donaghue, 2006). En cautividad, la selección es según especie, comportamiento fisiológico de alimentación y estrategias de caza, e influyendo incluso, el color de la presa (Calvert, 2004a), siempre dentro de las opciones proporcionadas por el propietario.
- Momento de administración del alimento, según los hábitos del reptil: diurno, nocturno, crepuscular.
- Preferencias particulares de cada individuo.
- Algunas presas pueden enterrarse en el sustrato lo que puede dificultar su localización (Bruse *et al.*, 2004).

- Se deben vigilar las posibles agresiones hacia el depredador. Éstas son frecuentes con insectos cuando el reptil está sobrealimentado o enfermo, o al poner más presas de las aconsejables. Algunas larvas de insecto pueden realizar perforaciones en el tubo digestivo del predador. Nunca deben quedar presas en la instalación en los momentos de descanso del reptil.

En cautividad, aunque la diversidad de presas cada vez es más amplia, aún se deben realizar estudios más profundos sobre qué dieta es la más correcta, asumiendo las variaciones entre especies, tamaño de animal, momento de actividad y hábitos alimentarios, así como la limitación de presas que pueden criarse en cautividad (Latney y Clayton, 2014). Hay que tener en cuenta que las larvas de insectos tienen, relativamente, mayor contenido en grasa y un pobre perfil de macronutrientes, que muchos insectos el balance Calcio/Fósforo es inverso, excepto en *Hermetia illucens*, y que son una fuente dietética pobre de vitaminas A y D<sub>3</sub> (Latney y Clayton, 2014). Algunos insectos pueden convertir los β-carotenos ingeridos en retinol, retinal y 3-Hidroxitretinal (Latney y Clayton, 2014). Grillos adultos, mosca doméstica y cucarachas, tienen una composición relativamente alta de proteínas, aunque las fases juveniles tienen menos cantidad que los adultos (Latney y Clayton, 2014). Los grillos adultos son más proteicos que en fase de ninfa y tienen un contenido en grasa moderado (Latney y Clayton, 2014). El contenido de proteínas es mayor en escarabajos de *Zophobas morio* y *Tenebrio molitor* que en fases larvárias; con la grasa es a la inversa. (Latney y Clayton, 2014).

El procedimiento de espolvorear los suplementos de minerales y vitaminas sobre el alimento es un método poco fiable, ya que su disponibilidad varía en función de la conducta de aseo de los diferentes insectos y el tiempo que tardan en ser ingeridos (Latney y Clayton, 2014). Aunque es el método más habitual en camaleones, se ha de ajustar la frecuencia y cantidad a la edad, sexo y momento de actividad reproductiva (Donaghue, 2006).

En las vitaminas proporcionadas en líquido hay que tener en cuenta que muchas vitaminas son fotosensibles y la administración en agua de bebida o de riego es más inexacta. Es más adecuado optar o combinar estos procedimientos con el *Gut-loading* (cargar intestino), término que describe el método para proporcionar alimentación con una dieta rica en nutrientes, en algunas especies de invertebrados, antes de presentarlo para su consumo. La dieta extra de nutrientes ha de aportarse muy poco tiempo antes de ser ingeridos por el depredador para que la presa no los elimine de su organismo. Con el *Gut-loading* se mejora el perfil nutritivo en vitaminas y minerales (Latney y Clayton, 2014; Wilkinson, 2015).

#### 1.4.7. Cría en cautividad

En el mantenimiento de reptiles, y en concreto de camaleones, es muy frecuente la cría en cautividad, que incluye todo el comportamiento sexual, el cuidado de la puesta, la incubación y los neonatos.

#### 1.4.7.1. Incubación

El tiempo, temperatura y humedad adecuados de incubación varían según la especie, siempre teniendo en cuenta que el periodo de incubación, el índice de eclosión y la vitalidad de las crías variará (Nečas, 2004a).

En cautividad es aconsejable realizar la incubación de forma artificial. Se debe extremar el cuidado al mover los huevos para no voltearlos porque podría morir el embrión por aplastamiento de los anejos fetales, pues no poseen chalazas (Mader, 2006a). Los huevos se colocan en el sustrato de incubación elegido, entre los que destacan la vermiculita, tierra de macetas, arena, musgo sphagnum o papel, y se humedecen controlando la cantidad y calidad del agua (Mader, 2006a). Los huevos han de colocarse separados entre ellos unos 1-2 cm.

Durante la incubación artificial se debe vigilar la humedad ambiente en la incubadora, la temperatura (controlada de la forma más exacta posible) y una ventilación adecuada. Estos parámetros se adecuarán a la especie y el momento de la incubación (Henkel y Schmidt, 2000; Schmidt, 2001; Nečas, 2004a; Nečas y Schimdt, 2004; Kober y Ochsenbein, 2006; Köhler, 2006).

Días u horas antes de la eclosión en incubación artificial, los huevos se oscurecen y se colapsan, formándose gotas en su superficie (Nečas, 2004a). Una vez que se produce la eclosión se deben mantener las crías en la incubadora durante unos pocos días hasta que se absorbe por completo el saco vitelino.

La influencia de la temperatura en la determinación del sexo no afecta, de una forma significativa, al ratio de sexos en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, indicando que es más probable que estas especies tengan una determinación genética del sexo (Andrews, 2005; Herrel, 2014), información contraria a la expresada por Schmidt *et al.*, (1994a y b); Schmidt, (2001) y Nečas (2004a). El gran número de especies que existen en camaleones y las diferentes adaptaciones al medio que ha desarrollado cada una de ellas conlleva que sean necesarios estudios sistemáticos, para cada especie concreta, que permitan determinar si existe la determinación del sexo por temperatura o no, en cada una de ellas (Townsend y Larson, 2001; Raxworthy *et al.*, 2002)

#### 1.4.7.2. Cuidados de neonatos

Los neonatos se deben tener en alojamientos bien ventilados, con el aporte de una iluminación adecuada en calidad y cantidad de radiación, rangos térmicos y humedad. En muchas especies lo más adecuado es mantenerlos de forma individual, mientras que en otras es mejor mantenerlos en grupos reducidos, mono-específicos y durante las primeras fases de desarrollo, pudiendo aumentar la velocidad de crecimiento de los neonatos (Nečas, 2004a). Un entorno inadecuado o una alimentación desequilibrada, producen crías débiles y además, la competencia entre individuos neonatos puede aumentar la mortalidad.

## 1.5. Características de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*

Las dos especies sujetas a estudio en esta tesis son *Chamaeleo calyptratus* (Duméril y Duméril, 1851), endémico en Yemen y Arabia Saudita, y *Furcifer pardalis* (Cuvier, 1829), endémico de Madagascar e islas vecinas, aunque en la actualidad existen poblaciones de ambas especies en otras localizaciones al haberse producido fugas de animales mantenidos en cautividad. En el caso de *Chamaeleo calyptratus* han producido que existan poblaciones estables en libertad en varios puntos en el Estado de Florida (Love, 2003; Krysko *et al.*, 2004; Schneider, 2007; Tilbury, 2010d) y en la isla de Maui, en Hawái (Masuoka, 2002; Kraus y Duvall, 2004; Krysko *et al.*, 2004; Wilms *et al.*, 2012). Estas poblaciones son una amenaza para la fauna autóctona (Hurley, 2004; Schneider, 2007).

### 1.5.1. *Chamaeleo calyptratus*

También se denomina camaleón de gran vela, camaleón velado o camaleón de Yemen.

#### 1.5.1.1. Localización geográfica

Se localiza en la península Arábiga (Figura 13).

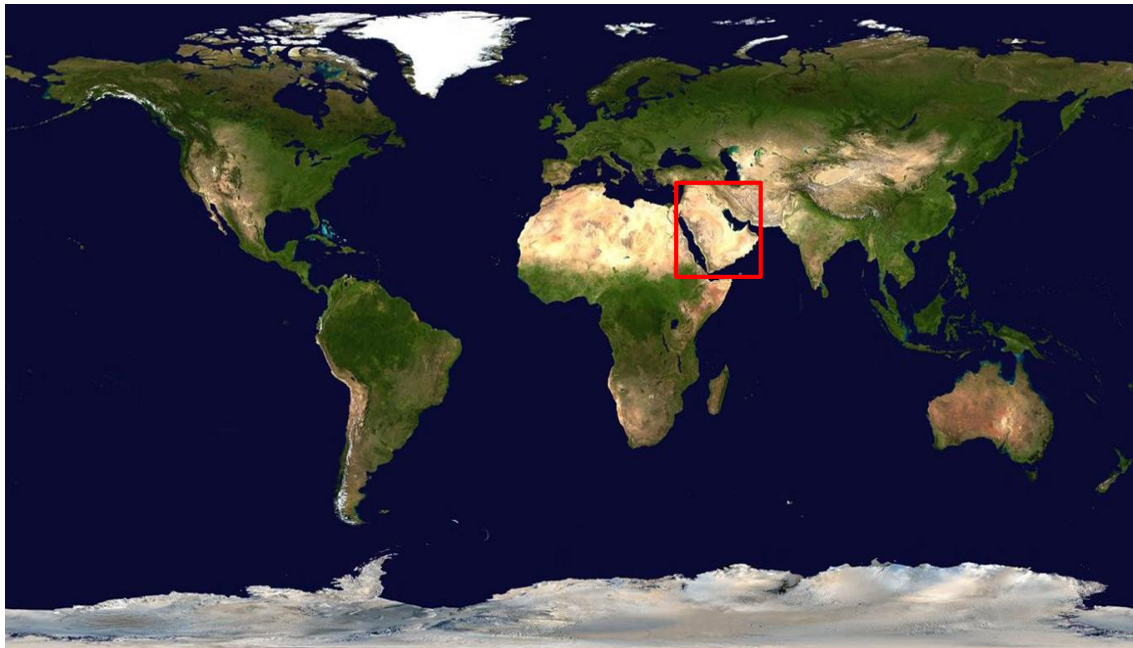


Figura 13: Mapa Mundial, situación de la Península Arábiga.  
Adaptado de <http://www.geographicguide.com/pictures/world-image-g.jpg>

#### 1.5.1.2. Sistemática

Se creía que esta especie procedía de la región del Nilo en Egipto, Etiopía y Socotra (Duméril, 1852; Anderson, 1898; Werner, 1902 1911), aunque posteriormente se describió que era endémica de la Península Arábiga (Hillenius y Gasperetti, 1984; Fritz y Schütte, 1987; Nečas, 1990, 1991a).

Se han descrito dos subespecies, *Chamaeleo calyptratus calyptratus* (Yemen) y *Chamaeleo calyptratus calcarifer* (Arabia Saudita) (Tilbury y Tolley, 2009; Sindaco *et al.*, 2014), aunque también se ha valorado que esta última fuera un híbrido entre *Chamaeleo calyptratus* y *Chamaeleo arabicus* (Matschie, 1893; Nečas, 2004b). A nivel taxonómico, la subespecie *Chamaeleo calyptratus calcarifer*, según algunos autores, no existe, aunque es importante tener en cuenta que los especímenes de Arabia Saudita y Yemen son, en apariencia, distintos, del mismo modo que en las poblaciones yemeníes también existen diferencias (Nečas, 1999b, 2004b).

### 1.5.1.3. Hábitat

Se distribuye en la zona suroeste de la península Arábiga, en la llanura litoral (Tihâma) y en el macizo montañoso que se eleva hacia el sureste. Esta región montañosa comienza en la provincia de Asir (Arabia Saudita) y discurre por la costa occidental, pasando por Sana'a (capital de Yemen), y terminando en las inmediaciones de Aden, al sur (Hillenius y Gasperetti, 1984; Fritz y Schütte, 1987; Nečas, 1990, 1991, 2004b) (Figura 14).

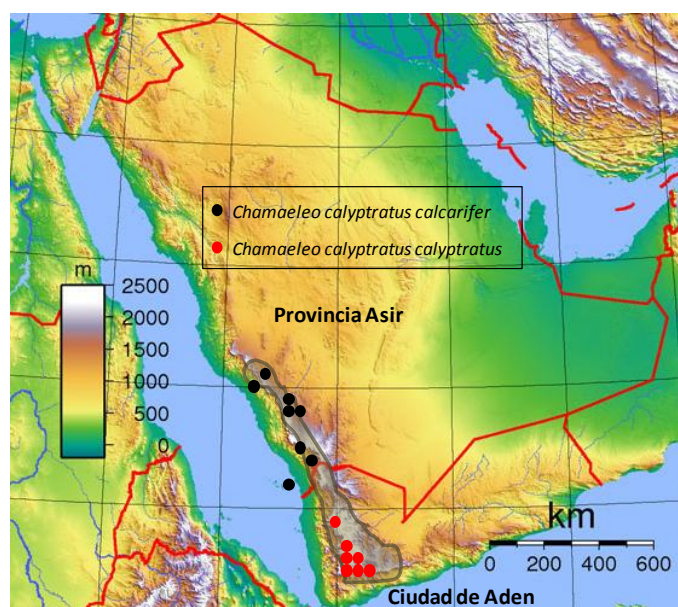


Figura 14: Distribución de subespecies de *Chamaeleo calyptratus*. Adaptado de Tilbury (2010).

Las poblaciones de *Chamaeleo calyptratus calcarifer* (Tilbury y Tolley, 2009) están distribuidas en Arabia Saudita (Figura 14), ocupando la llanura costera y parte de la ladera occidental de la montaña, hasta unos 1200m de altitud (Tilbury, 2010d).

*Chamaeleo calyptratus calyptratus* (Tilbury y Tolley, 2009) se distribuye en las regiones montañosas del oeste de Yemen (Figura 14), desde unos 500m hasta 2850m de altura (Le Berre, 1995), no llegando a las regiones costeras (Tilbury, 2010d). La mayor concentración de especímenes se encuentra alrededor de las ciudades de Ibb y Tai'zz (situadas en la ladera occidental de la región montañosa, en un valle a unos 1200-2000m de altura), con una densidad de población de 1 macho por árbol (Meerman y Boomsma, 1987; Nečas, 1999, 2004b).

Mientras que en la costa el clima es cálido (en enero se miden hasta 30°C diurnos y en julio incluso 40°C) y muy seco (Schmidt, 2001), en la ladera occidental, debido a la proximidad de picos de hasta 3658m de altura, se producen fuertes precipitaciones (este fenómeno se conoce como precipitación o lluvia orográfica) (Schmidt, 2001), que hacen que esta zona sea la más verde de la península Arábiga (Nečas, 2004b). La pluviosidad puede llegar a los 2000mm, siendo su distribución muy variable. Generalmente, se habla de dos periodos: pequeñas lluvias (en primavera) y grandes lluvias (en verano). Entre ambas estaciones existe un periodo seco, en otoño e invierno, denominado la gran sequía, en el que se pueden registrar no más de 50mm de lluvia al mes (Nečas, 1999b, 2004b). La temperatura media anual está en torno a los 20°C, con variaciones diarias de +/-14°C (Nečas, 1999b y 2004b; Schmidt, 2001).

Se les puede encontrar a lo largo de los arroyos de las regiones boscosas, plantaciones de olivos y zonas de cultivo (Tilbury, 2010d). En los árboles suelen estar a una altura de 1-3m sobre el nivel del suelo y por las noches sobre las puntas de las ramas más altas (Schmidt, 2001).

Las regiones más elevadas son paisajes áridos, prácticamente desprovistos de árboles (Schmidt, 2001). La vegetación está formada principalmente por matorrales (Schneider, 2007) situados en los cursos de agua estacional (uadí, Wád o wâdí), ya que en estos existe humedad suficiente en el suelo durante todo el año (Schmidt, 2001). Estos cursos han generado, a lo largo de los años, profundos cortes en el paisaje, en los que se constituyen microclimas que suavizan los fuertes descensos de las temperaturas nocturnas invernales, que pueden, ocasionalmente, producir heladas (Schmidt, 2001). Como protección ante estas bajas temperaturas, los camaleones descienden al suelo y llegan a enterrarse en agujeros o a guarecerse en fisuras y oquedades (Nečas, 1995; Schmidt, 2001). En estas zonas las poblaciones son menos numerosas; se podría considerar un hábitat de distribución accidental (Schmidt, 2001).

#### 1.5.1.4. Características de la especie



Figura 15: *Chamaeleo calyptratus* macho adulto.

#### 1.5.1.4.1. Descripción

Las diferencias, en su aspecto externo, entre ambas subespecies son:

- *Chamaeleo calyptratus calyptratus* (Duméril y Duméril, 1851): Tiene una distribución de escamas irregulares. Se le suele denominar camaleón de gran vela porque el macho posee una cresta parietal muy grande (hasta 8.5cm de altura), cubierta de escamas planas, que se continúa con dos pequeños lóbulos occipitales (Nečas, 2004b), que en las hembras es de menor altura. Ambos sexos poseen crestas temporales o cefálicas cubiertas por escamas de mayor tamaño y de forma granular, y una cresta gular con escamas cónicas (homogéneas) en hilera, que continúa a lo largo de la región media ventral del cuerpo (cresta ventral), con escamas cónicas de menor tamaño que las anteriores, y termina en la cloaca (Tilbury, 2014). En la zona dorsal presenta la cresta dorsal, con base ósea, compuesta por una hilera continua de escamas cónicas (heterogéneas), que se prolonga casi hasta el final de la zona coccígea (Nečas, 2004b).

Su coloración base es el verde, pero es muy variable, con diferentes tonos verdes, amarillos, blancos, naranjas, etc. Los machos exhiben 4-5 bandas verticales amarillas que intensifican su color y son más visibles cuando se aplanan en el eje dorsal, para simular un mayor tamaño, mientras que en la cola tienen de 18-20 bandas sobre el fondo más oscuro. En el globo ocular tienen líneas radiales (7-8) y en los laterales de la cabeza poseen rayas en tonalidad verde oscuro (Figura 15). Las hembras pueden exhibir diferentes libreas según su fase de actividad reproductiva (Tilbury, 2014).

- *Chamaeleo calyptratus calcarifer* (Peters, 1869): el casco es de menor tamaño, y no existe un dimorfismo sexual tan marcado, siendo las crestas gular y ventral más reducidas. La coloración, tan marcada en *Chamaeleo calyptratus calyptratus*, es menos evidente en esta subespecie (Tilbury, 2014).

Los neonatos son verdes uniformes y los juveniles son de color verde casi uniforme con alguna zona anaranjada (Figura 16), hasta llegar a subadultos, donde se inicia la mayor variación de color.



Figura 16: *Chamaeleo calyptratus* juvenil.

#### 1.5.1.4.2. Tamaño

- Adultos: es una especie de gran tamaño, variando las mediciones según los autores. En la Tabla 4 se muestran los tamaños de las dos subespecies según Tilbury (2010d).

Tabla 4: Tamaño de subespecies de *Chamaeleo calyptratus*.

<i>Chamaeleo calyptratus calyptratus</i>	<i>Chamaeleo calyptratus calcarifer</i>
Machos: longitud total 48.5cm, cuerpo 21cm, cola 27.5cm	Machos: longitud total 46.5-48.3cm, cuerpo 21.8-22.5cm, cola 24.7-25.8cm
Hembras: longitud total 40.5cm, cuerpo 18cm, cola 22.5cm	Hembras: cuerpo 15.6-19.8cm, cola 17.9-19.5cm

- Recién nacidos: unos 5.5-7.7cm de longitud total (Nečas, 1999b, 2004b).

#### 1.5.1.4.3. Dimorfismo sexual

Los machos de esta especie, presentan una prolongación cutánea en la parte posterior de las pinzas traseras (Figura 17), lo que permite identificar el sexo desde el nacimiento (Nečas, 1999b, 2004b; Tilbury, 2010d).



Figura 17: Detalle de pinza posterior de *Chamaeleo calyptratus* macho juvenil.

Cuando son adultos, además de tener un mayor tamaño que la hembra y una gran cresta parietal, presenta un abultamiento ventral en la base de la cola (Figura 18), donde se sitúan los hemipenes (Nečas, 1999b, 2004b).



Figura 18: Detalle de base de la cola de macho adulto de *Chamaeleo calyptratus*.

La coloración también es diferente entre machos y hembras, variando según su desarrollo y estado reproductivo.

#### 1.5.1.4.4. Comportamiento

Los machos y hembras conviven de forma neutra, aunque, a veces, las hembras manifiestan comportamientos disuasorios aplanando el cuerpo, abriendo la boca, emitiendo bufidos y

balanceándose (Nečas, 2004b). En libertad los enfrentamientos son anecdóticos, pudiendo ocurrir en terrenos accidentados donde puede ser más frecuente que dos machos se encuentren. El contacto visual entre miembros de la misma o diferente especie no siempre causa conflictos en la comunidad, como ocurre en las poblaciones que circundan la ciudad de Ibb, que son tan densas que un macho puede tener varios machos en su campo visual, si bien los contactos físicos son escasos.

Al irritarse, los adultos emiten un sonido audible (210Hz). Las crías emiten un ruido similar, pero más agudo, como un silbido. Cuando se les molesta, y también en algunas fases del cortejo, las señales sonoras que se aprecian son de dos tipos de frecuencia: una alrededor de los 150Hz y otra de unos 20Hz (Barnett *et al.*, 1999, Stuart-Fox, 2014). Estas señales no parecen jugar un papel importante en la comunicación intraespecífica, por lo que puede ser un mecanismo de defensa contra los depredadores o una reminiscencia evolutiva. (Nečas, 2004b).

Los individuos de esta especie son capaces de favorecer la termorregulación aplanando su cuerpo y cambiando su coloración (la zona expuesta al sol varía a colores más oscuros), hinchando su cuerpo y aclarando la librea para favorecer el enfriamiento corporal. Bajo determinados factores climáticos pueden adoptar comportamientos termoadaptables, como enterrarse (Nečas, 1995; Schmidt, 2001).

En animales adultos, el comportamiento intra e interespecífico, incluyendo el que las hembras puedan identificar a los machos más adecuados, se ve favorecido por la morfología de su cresta parietal (Schmidt, 2001; Higham y Anderson, 2014). También puede tener funciones de camuflaje para diluir los contornos ópticos en el entorno natural, permitiendo a los camaleones hacerse invisible a presas y depredadores (Stuart-Fox y Moussalli, 2009), pudiendo incluso, colaborar a la hidratación (Nečas, 2004a). Los juveniles, con sus tonalidades verdosas con líneas anaranjadas, simulan con su cuerpo (acompañándolo con un movimiento lateral) una hoja movida por el viento (Nečas, 2004b).

La ecdisis periódica varía su frecuencia según la edad del animal y el momento de actividad del mismo (Rossi, 1996; Cooper, 2006). En juveniles se produce en poco tiempo, incluso horas, y de todo el cuerpo a la vez, mientras que en adultos se produce por fragmentos (Rossi, 1996; Cooper, 2006). Para ayudarse, el animal se frota contra elementos vegetales y rocas.

- **Comportamiento sexual**
- Enfrentamiento macho-macho

Si dos machos se encuentran, despliegan comportamientos disuasorios: se aplanan al máximo, inflan la región gular para incrementar su tamaño corporal y flexionan la extremidad más cercana al otro individuo, exhibiendo unas libreas muy contrastadas (Figura 19). Tras este comportamiento puede seguir el enfrentamiento con balanceo de

cuerpo, extensión de los lóbulos occipitales, golpes en el costado del contrario e incluso pueden existir mordiscos, o finalizar cuando uno de los machos cambia su librea y se retira (Stuart-Fox, 2014).



Figura 19: Macho de *Chamaeleo calyptratus* con actitud de enfrentamiento.

- Época reproductiva

Viene determinada por los ciclos climáticos. En los climas más secos, la época reproductiva suele ser en septiembre y octubre, mientras que en las zonas subtropicales puede existir reproducción todo el año (Nečas, 1999b, 2004b).

- Madurez sexual

La madurez sexual en las hembras se suele alcanzar a los 4-6 meses de edad (Reason y Reason, 1993; Nečas, 2004b; Tilbury, 2010d), y el tamaño adulto al año (Reason y Reason, 1993; Tilbury, 2010d).

- Cortejo

El macho se aproxima a la hembra lateralmente, exhibiendo la librea de cortejo, e hincha su cuerpo y la región gular, realizando movimientos de la cabeza en el eje vertical (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014). Los machos no eligen a las hembras receptivas, y también cortejan a las que no lo están (Stuart-Fox, 2014). Adaptan la duración del cortejo, y su comportamiento, a la receptividad de la hembra; es más prolongado con las no receptivas a pesar de que el número de cortejos y apareamientos es más elevado con las receptivas (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014).

Las hembras receptivas muestran una librea concreta con manchas azules tenues (Nečas, 2004b). Si está receptiva se aleja muy lentamente mientras que el macho golpea el lateral de

la hembra con la boca abierta (los machos juveniles o inexpertos, suelen morder el costado o la región cervical de la hembra) (Stuart-Fox, 2014).

- Cópula

El macho suele sujetar a la hembra por la cola tirando suavemente de ella hasta oponer las cloacas y realizar la cópula con movimientos de fricción que se repiten cada dos segundos (Nečas, 1999b y 2004b). Dura desde pocos minutos, a un máximo de una hora (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014).

Durante el apareamiento la hembra adopta una coloración monotonos, y realiza vibraciones (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014). Los machos oscurecen su tonalidad de cortejo y pueden acariciar de forma repetida el flanco de la hembra con la parte posterior de su extremidad posterior (Brain, 1961; Tilbury, 2010d). Las hembras suelen estar receptivas durante 3-4 días consecutivos, por lo que suelen existir varias cópulas, disminuyendo la duración de las mismas progresivamente, desde los 20' de la primera a unos 1,5' las últimas, ocurriendo lo mismo con el número de montas, de 5-6/día pasan a 1-2/día (Nečas, 1999b, 2004b). La hembra es la que inicia el desacoplamiento (Brain, 1961; Tilbury, 2010d; Stuart-Fox, 2014).

Los machos mantienen localizadas a las hembras (hasta 8) durante un periodo máximo de 46 días (media 13.2), finalizando este comportamiento tras el apareamiento, aunque no todos estos episodios finalizan en cópula (Stuart-Fox, 2014). Algunos machos defienden un territorio y van añadiendo hembras al mismo (Cuadrado, 2001; Stuart-Fox, 2014).

- Gestación

La gestación dura, según autores, unos 20-36 días (Nečas, 2004b; Schneider, 2007). En las primeras fases se incrementa la ingestión de alimento, mientras que en los días previos a la puesta se produce una anorexia fisiológica (Nečas, 2004b).



Figura 20: Coloración de gestación en fase de excitación.  
En hembra de *Chamaeleo calyptratus*.

Cuando la hembra está grávida, presenta manchas de color naranja/amarillo brillante que aparecen 24 horas después del acoplamiento, mostrándose más agresiva con los machos, abriendo la boca, aplanando el cuerpo y balanceándose lateralmente de forma intensa y cambiando su coloración a más oscura y contrastada (Kelso y Verrell, 2002; Stuart-Fox, 2014), como se observa en la Figura 20. Las coloraciones de la Figura 21 pueden aparecer en hembras gestantes en fase de relajación y en hembras con actividad folicular (imagen de la izquierda) o grávidas (imagen de la derecha), incluso sin intervención del macho (gestaciones infértiles).



Figura 21: Fase de relajación de libreas.  
Indicativas de actividad reproductiva en hembras de *Chamaeleo calyptratus*.

- Ovoposición

Es una especie ovípara. El animal escava hoyos bastante profundos para preparar el nido. Cuando va a realizar el desove, el animal deja el tercio posterior introducido en el nido y suele mantener fuera la cabeza para poder vigilar el territorio (Nečas, 2004b).

La puesta se suele realizar por la tarde (Nečas, 2004b) o por la noche (Schneider, 2007). El número de huevos es variable (el récord registrado es de 93 huevos en una sola puesta) (Perlik, 1996), y habiéndose descrito diferentes rangos y medias:

- Puestas de 12-93 huevos (media de 20-30 por puesta) (Perlik, 1996; Nečas, 2004b).
- Puestas de 12 -85 huevos (media de 30-40 por puesta) (Schmidt, 2001).
- Puestas de 20-70 huevos (De Vosjoli, 2001).
- Puestas de 20-80 huevos (media de 40 por puesta) (Schneider, 2007).

El tamaño de los huevos suele ser de unos 17 x 11mm (desde 7 x 10mm hasta 17 x 20 mm), pudiendo variar mucho incluso en una misma puesta (Nečas, 2004b). Pueden realizar varias puestas al año, a intervalos de 90-120 días (Schmidt, 2001). En esta especie no se sabe con certeza si existe la fecundación retardada descrita en otras especies de camaleones.

- Incubación

Los huevos son enterrados, pudiéndose observar cierto comportamiento de vigilancia por parte de la hembra durante varios días (Nečas, 2004b).

El periodo de incubación varía con las condiciones térmicas (Nečas, 2004b). Los datos concretos de la duración de este periodo varían mucho según autores:

- Unos 200 días de incubación, a 30°C diurnos (no superior) y 20°C nocturnos. Tasa de eclosión de casi un 100%. (Nečas, 2004b).
  - De 120 a 280 días con una temperatura constante de 25-30°C. Con temperaturas más altas los resultados son peores (Schmidt, 2001).
  - Unos 200 días de incubación a temperatura constante de 28,5°C. Tasa de eclosión 50-90% (Schneider, 2007).
  - Unos 170 días de incubación a temperaturas de 27-28°C (Tilbury, 2010d).
- Eclosión

Los recién nacidos miden unos 55-75mm (Nečas, 2004b). En esta especie de camaleón puede suceder una eclosión masiva de crías, que alcanzan en el plazo de un año los 35-40cm (Schneider, 2007). A partir de las 16 semanas tras la eclosión se aprecia que los machos crecen más que las hembras (Schneider, 2007).

#### 1.5.1.4.5. Alimentación

Es una especie que se puede considerar omnívora, aunque la base de su alimentación son los invertebrados, ingieren plantas, sobre todo en momentos de estrés hídrico, (Measey *et al.*, 2014). Dada su envergadura puede ingerir presas de tamaño relativamente grande e incluso pequeños mamíferos, aves y otros reptiles (Measey *et al.*, 2014). En la ingesta de vegetales suelen preferir flores de plantas crasas con tonos amarillentos existentes en su biotopo natural (Le Berre, 1995).

### 1.5.2. *Furcifer pardalis*

También denominado camaleón pantera.

#### 1.5.2.1. Localización geográfica

Se puede apreciar en la Figura 22 la localización geográfica del país donde existe esta especie, en concreto en la gran isla de Madagascar e islas vecinas.

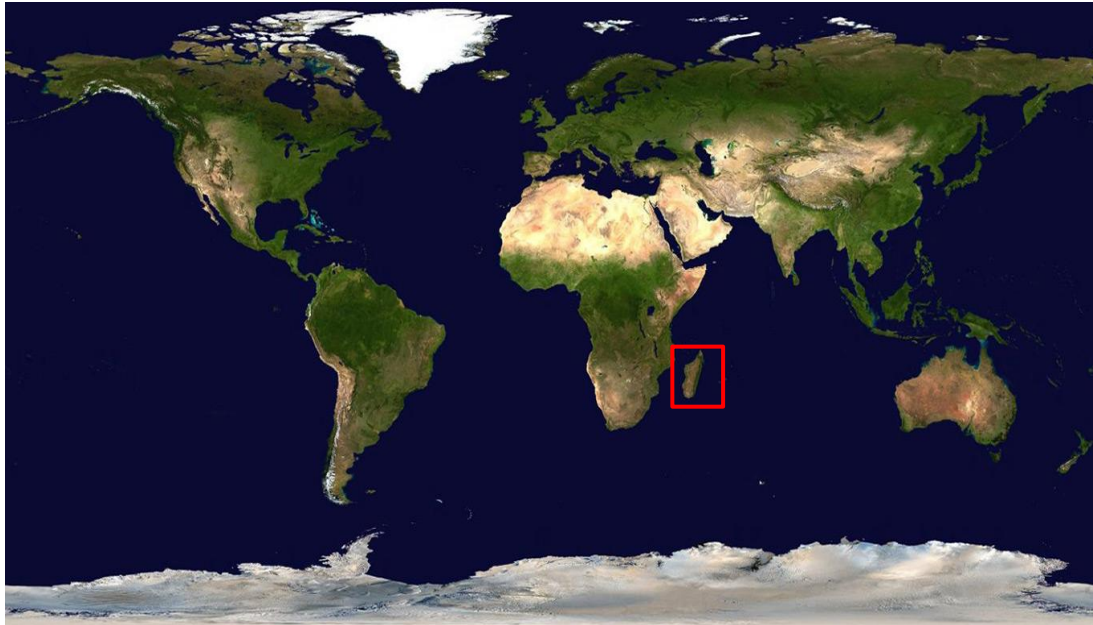


Figura 22: Mapa Mundial situación geográfica de Madagascar.  
Adaptado de <http://www.geographicguide.com/pictures/world-image-g.jpg>

#### 1.5.2.2. Sistemática

Ha sido denominado de diferentes formas: *Chamaeleo ater* (Lesson, 1832-1834), *Chamaeleo niger* (Duméril y Bibron, 1836), *Chamaeleo guentheri* (Boulanger, 1888), *Chamaeleo longicaudata* (Günther, 1891), *Chamaeleo axillaris* (Werner, 1899) y *Chamaeleo krempfi* (Chabanaud, 1923). Hoy en día todos estos nombres se han agrupado bajo la denominación de *Furcifer pardalis*, se incluyó en este género en 1986 (Klaver C. y Böhme, 1986). Su distribución es muy extensa, abarcando regiones que distan varios kilómetros entre sí, lo que propicia que haya grupos que queden aislados por barreras geofísicas y, por lo tanto, sin intercambio genético. Se ha considerado una especie única, a pesar de las variantes de coloración que se observan dependiendo del territorio en sus localizaciones naturales (Müller *et al.*, 2007). Se han descrito *morfos*, variaciones morfológicas y de patrones de color, según la zona de origen (Ferguson *et al.*, 2004, Gehring *et al.*, 2008). En investigaciones recientes, aún en desarrollo, la estructura genética de la mayoría de los haplogrupos mitocondriales podría sugerir la existencia de especies separadas (Grbic *et al.*, 2015).

### 1.5.2.3. Hábitat

Es un camaleón endémico de Madagascar (Figura 23). Su área de distribución general son las zonas bajas del noroeste y del este, desde los 80 a los 950m de altura sobre el nivel del mar (Raselimanana y Rakotomala, 2003), aunque también pueden encontrarse a menor altura cerca de la costa (Rabearivony *et al.*, 2008). En la costa oeste llega hasta Ambanja y en la este hasta el sur de Madagascar (Nečas, 1999c, 2004c), aunque las poblaciones más numerosas solo alcanzan hasta Tamatave (Figura 23). Además, también habitan, de forma más esporádica y a partir de 700m de altura, en islas vecinas como, por ejemplo, Nosy-Bé, Nosy-Boroaha (Ste. Marie), etc. (Raxworthy 1988; Raselimanana *et al.*, 2000; Andreone *et al.*, 2005) e islas más distantes como Reunión y Mauricio (Jenkins *et al.*, 2011), donde fueron introducidos por el hombre (Ferguson *et al.*, 2004).

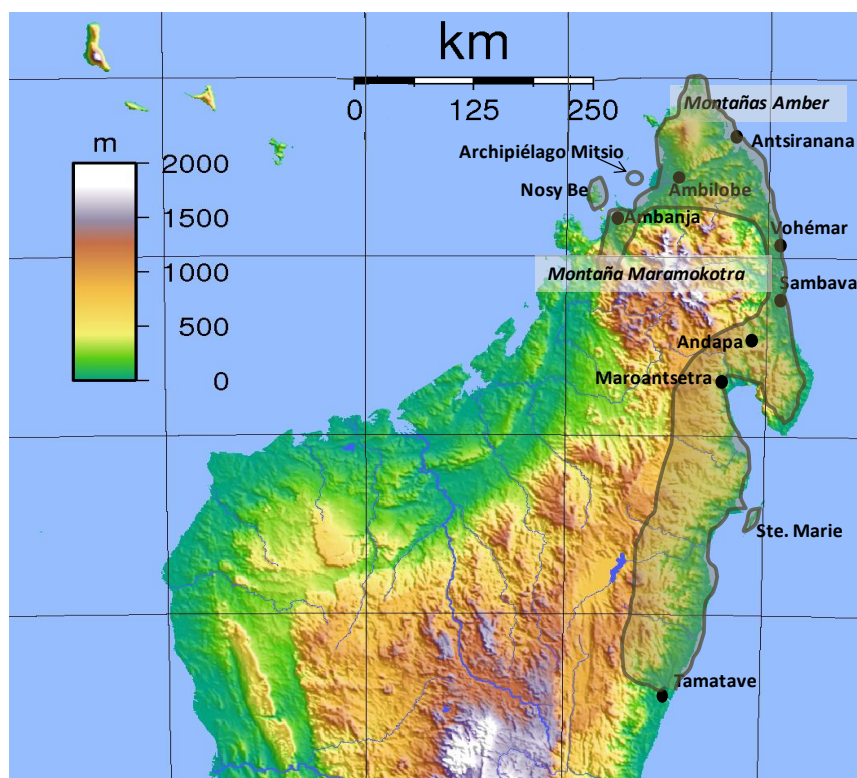


Figura 23: Distribución de *Furcifer pardalis*.

La media anual de temperaturas tiene pocas variaciones oscila entre los 23-24°C en Andapa, las montañas de Amber y la costa oriental y los 27°C de la zona de Ambilobe y Antsiranana (Nečas, 2004c). Las tierras bajas de zonas de litoral son cálidas y húmedas, con temperaturas medias de 22-28°C durante todo el año y con una amplitud térmica de 6°C, pudiendo alcanzar, en verano y en algunas zonas, los 40°C (Nečas, 2004c).

En Ambilobe y la costa noroeste, el clima es de sabana tropical (con una precipitación anual de unos 2000mm), con estaciones seca y húmeda; el ciclo climático describe una larga estación húmeda que va de noviembre a marzo y la estación seca el resto del año (Grbic *et al.*, 2015). En la costa, el aire sigue siendo muy húmedo incluso en la estación seca (Nečas, 1999c, 2004c).

En las localidades del norte (Antsiranana, Maromokotra-Daraina) los paisajes son más áridos (la precipitación es menor a 1500mm/año), con terrenos arenosos y pequeños parches de bosque en forma de galería naturales a lo largo de los cursos fluviales, siendo una región muy alterada por la acción humana (Grbic *et al.*, 2015).

El noreste (Vohemar, Sambava) y las localidades de la costa este, tienen un clima de bosque tropical lluvioso, caracterizado por una alta precipitación (1500mm/año en el noreste hasta 3000 mm/año en la costa este) y están muy influenciadas por los vientos alisios del sudeste, las tormentas tropicales y los huracanes (Grbic *et al.*, 2015).

En todas las localizaciones, los camaleones se suelen observar a una altura menor de 4 metros por encima del suelo, en los árboles, sobre arbustos a lo largo de los caminos, tendidos eléctricos, campos de cultivo, playas de arena, etc. (Grbic *et al.*, 2015). Su gran capacidad de adaptación le permite colonizar zonas agrícolas y nuevos territorios, llegando a desplazar a otros reptiles, principalmente lagartos y camaleones de otras especies (Grbic *et al.*, 2015).

#### 1.5.2.4. Características de la especie

##### 1.5.2.4.1. Descripción

La distribución de las escamas en el cuerpo es uniforme, tipo oval, que a media altura de los hemitórax se convierten en cónicas (Nečas, 1999c, 2004c). La cabeza es piramidal, con dos crestas laterales cubiertas de escamas, una situada por encima de las cuencas orbitales, y otras rostrales, fusionándose por encima de la apertura bucal (Nečas, 1999c, 2004c). Poseen una cresta parietal. En los machos adultos se observan en el maxilar unos salientes nasales aplanados donde se insertan las crestas rostrales, que están cubiertos por escamas cónicas (Figura 24), siendo en las hembras y los juveniles muy sutiles o ausentes (Nečas, 1999c, 2004c). Además, presentan cresta gular, dorsal y ventral con escamas cónicas (Figura 25).



Figura 24: Cabeza de *Furcifer pardalis* macho adulto.



Figura 25: Macho *Furcifer pardalis* adulto con zona gular extendida.

Ambos sexos tienen el mismo patrón de color: 10 bandas transversales (5 claras y 5 oscuras), que se distribuyen desde la columna hacia la zona ventral, con anillos similares en la cola y extremidades, y un haz de líneas en la cabeza (Nečas, 1999c, 2004c). Además, tienen una franja longitudinal que discurre desde la espalda a la pelvis. A veces estas franjas se fusionan siendo difícil distinguirlas, mientras que en otras ocasiones se realzan durante la amenaza entre especímenes o durante la exhibición del cortejo (Nečas, 1999c, 2004c), tal y como se puede observar en la Figura 26.



Figura 26: Macho *Furcifer pardalis* adulto con zona gular extendida.

Las variedades locales o *morfos* (Figura 23) se suelen nombrar según la localización geográfica de las poblaciones en los biotopos naturales (Ferguson *et al.*, 2004).

La coloración es diferente según los sexos, aunque su caracterización es difícil por la gran variabilidad existente (Nečas, 1999c, 2004c). En casi todas las variedades, los machos son más coloridos y contrastados, combinando diferentes colores (rojo brillante, verde, azul y amarillo), con independencia de los cambios conductuales que pueden exponer si están en

reposo o excitados (Teyssier *et al.*, 2015). En algunas variedades los machos exponen una tonalidad amarilla en la zona palatina y en la mucosa oral adyacente a la región labial (Figura 27), que intensifica su color en la época de celo. La variedad menos colorida es la de Nosy-Boraha.

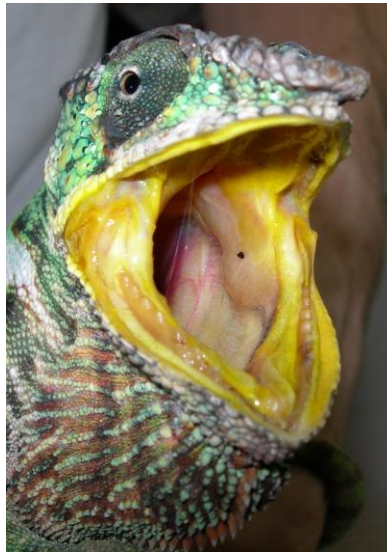


Figura 27: Coloración amarillenta en mucosa oral de *Furcifer pardalis* macho adulto

#### 1.5.2.4.2. Tamaño

Se trata de un camaleón de gran tamaño, siendo los machos más grandes que las hembras. La longitud total (incluyendo la cola estirada) es de hasta 52cm en los machos y de unos 40 en las hembras (Nečas, 1999c, 2004c), aunque New (2015) describe machos de 31-46cm y hembras de 25-35cm.

#### 1.5.2.4.3. Dimorfismo sexual

Los machos presentan un abultamiento en la base de la cola (Figura 28), lugar donde se sitúan los hemipenes, tienen un mayor tamaño corporal, y las crestas descritas y las libreas de color son más marcadas que en el caso de las hembras (Figura 29) (Nečas, 1999c, 2004c; Teyssier *et al.*, 2015). Debido a su amplia distribución, esta especie tiene un gran dimorfismo sexual con una amplia variación intraespecífica.



Figura 28: Detalle de la base de la cola en un *Furcifer pardalis* macho



Figura 29: *Furcifer pardalis* hembra.

Los machos adultos se caracterizan por el color, con grandes variaciones entre los biotopos geográficos que ocupan en Madagascar, y su capacidad de cambio rápido de tonalidad, más acusados en las interacciones sociales (Teyssier *et al.*, 2015). Se ha de tener en cuenta que en esta especie el polimorfismo intraespecífico puede implicar pleiotropía (cambios en un gen provocan la aparición de varios fenotipos), epistasia (cuando la expresión de uno más genes dependen de la expresión de otro gen) y procesos estocásticos (variables aleatorias que evolucionan en función de otra variable) (Steiner *et al.*, 2007; Ducrest *et al.*, 2008; Mckinnon y Pierotti, 2010; Sánchez-Guillen *et al.*, 2011; Grbic *et al.*, 2015).

La coloración de los machos es diferente no solo por las variaciones locales, sino también según la estación y la edad (Ferguson *et al.*, 2004), existiendo un mayor grado de variabilidad poblacional de lo que hasta este momento se había descrito (Grbic *et al.*, 2015).

#### 1.5.2.4.4. Comportamiento

Normalmente forman densas colonias de machos dominantes con territorios de un camaleón por cada 2m<sup>2</sup> (Nečas, 1999c, 2004c), donde los contactos visuales son habituales. La formación de estos pequeños territorios promueve el respeto entre especímenes; aunque se vuelven agresivos si se supera una distancia crítica (Nečas, 1999c, 2004c), produciéndose cambios de color y tonalidad, pudiendo llegar al contacto físico. Los combates pueden finalizar con lesiones por mordeduras.

Las hembras no son tan agresivas entre ellas y aunque se pueden producir peleas, éstas son menos frecuentes (Nečas, 1999c, 2004c). Las hembras no receptivas demuestran toda su agresividad a los machos que intentar copular con ellas, abriendo la boca, balanceándose y, en última instancia, mordiendo a su pretendiente (Nečas, 1999c, 2004c).

- **Comportamiento sexual**
- Enfrentamiento macho-macho

Los rivales adquieren los colores de excitación e inflan su cuerpo lateralmente para aparentar mayor tamaño (Teyssier *et al.*, 2015). Si esta exhibición no disuade al macho invasor y provoca su huida, generalmente los dos machos se enfrentan en un combate que puede finalizar con lesiones por mordeduras. En estos encuentros entre machos, y en el cortejo, es donde exhiben los cambios de color más complejos y rápidos (Teyssier *et al.*, 2015).

- Época reproductiva

Varía de unas zonas a otras. Los camaleones pantera de la costa oeste se reproducen durante todo el año, favorecidos por su clima más húmedo y constante (Grbic *et al.*, 2015). La fecundidad es elevada, muy influida por la degradación del ecosistema (Andreone *et al.*, 2005). En otros climas, la época reproductiva más habitual en libertad es de octubre a marzo (Nečas, 1999c, 2004c).

- Madurez sexual

Suelen alcanzar la madurez sexual cuando miden unos 20cm (Nečas, 1999c, 2004c).

- Cortejo

La interacción macho/ hembra no es completamente neutra (Nečas, 1999c, 2004c). La que suele tomar la iniciativa es la hembra, propinando mordiscos al macho, siendo la que decide en qué momento se debe realizar la cópula. Si está receptiva, exhibe una librea concreta, generalmente naranja pálido o rosado casi sin bandas, existiendo variaciones según el *morfo* (por ejemplo el anaranjado en los individuos de Nosy-Bé), y un comportamiento que consiste en inflar el cuerpo, bufar, mover la cola, balancearse rítmicamente, abrir la boca, etc. Los machos se balancean de un lado a otro y se aproximan lentamente a la hembra, y si esta realiza un comportamiento de amenaza, el macho se retira.

- Cópula

Si no existe este comportamiento disuasorio, el macho se sube sobre la hembra, la sujeta de la cola con una extremidad posterior y la masajea durante unos minutos hasta contraponer las cloacas y realizar la cópula. Ésta dura de 10 a 30 minutos (WAZA, 2015).

- Gestación

El tiempo de gestación puede variar dependiendo de la temperatura. Suele durar unos 20-45 días (Nečas, 1999c, 2004c). La tonalidad de la hembra cambia a marrones oscuros o

negros con las bandas verticales muy marcadas en color rosa o anaranjado intenso (Figura 30).



Figura 30: Coloración de gestación en hembra de *Furcifer pardalis*.

- Ovoposición

Las puestas son de unos 20-30 huevos, con un máximo de 46 y una media de 23 (Raselimanana y Rakotomalala, 2003). Son ovalados, blancos y con una gruesa membrana calcárea y la hembra los deposita en una oquedad de unos 15cm de profundidad (Nečas, 1999c, 2004c) que excava en el suelo (Figura 31). Puede realizar 4-6 puestas en un ciclo reproductivo (WAZA, 2015).



Figura 31: Hembra de *Furcifer pardalis* realizando nido para ovoposición.

- Incubación

Hay pocos datos fiables de incubación:

- Suele ser de 159-362 días a unos 28°C (Nečas, 1999c, 2004c).
- Según algunos criadores la temperaturas de incubación de 18°C como mínima nocturna y hasta más de 30°C de máxima diurna han dado buenos resultados, indicando que la incubación puede durar entre 150-420 días (WAZA, 2015).
- Algunos criadores europeos (comunicación personal) recomiendan un gradiente de 3-5°C de la temperatura entre el día y la noche prefieren temperaturas diurnas de 27°C y nocturnas de 23°C, con un periodo de incubación de unos 250 días.

- Eclosión

Desde la primera cría eclosionada a la última pueden pasar hasta 2 meses (Nečas, 1999c, 2004c).

Los cruces entre los diferentes *morfos*, aunque son fértiles, producen descensos en los rendimientos reproductivos (Ferguson *et al.*, 2004).

#### 1.5.2.4.5. Alimentación

Admiten todo tipo de presas: insectos, pequeños mamíferos y reptiles (lagartos e incluso ofidios) (Nečas, 1999c, 2004c). Pueden ingerir, de forma ocasional, algunos vegetales y flores (principalmente rosadas), sobre todo si existe déficit hídrico (Nečas, 1999c, 2004c). Se ha descrito canibalismo (Herrel, 2014).

## 1.6. Principales enfermedades diagnosticadas en *Chamaeleo calyptrotatus* y *Furcifer pardalis* mantenidos en cautividad

En la labor de búsqueda de bibliografía clínica se ha tenido en cuenta que este trabajo de investigación no se centra en sí en aspectos clínicos de las enfermedades, sino en su frecuencia de aparición en las dos especies de estudio, en la influencia de los factores ambientales y en la estacionalidad de presentación. Algunas de las citas bibliográficas se refieren a reptiles en general, pues las citas concretas de camaleones, y más específicamente en las dos especies objeto de investigación, son escasas. Solo se realiza una breve reseña de las alteraciones/enfermedades que más habitualmente se han diagnosticado durante el periodo seleccionado, incluyendo las etiologías predisponentes y, además de determinantes más frecuentes y los síntomas que se aprecian en las dos especies de estudio. No se exponen ni métodos diagnósticos, ni tratamientos.

Cuando se estudian las alteraciones orgánicas que pueden afectar a un reptil, y de forma más específica a un camaleón, se deben tener en cuenta una serie de premisas:

- Aunque la reacción al **estrés** es una respuesta adaptativa que maximiza la supervivencia inmediata, pone en peligro la supervivencia a largo plazo, especialmente en animales inmunocomprometidos. Como señala Denardo, (2006b), entender la fisiología del estrés y los potenciales estímulos, aparentemente inocuos, que inducen la respuesta física de estrés, es esencial para optimizar la actuación veterinaria en reptiles. En cautividad se ha de prestar una especial atención al Síndrome de Mala Adaptación (SMA).
- La mayoría de los reptiles son animales presa y han desarrollado una serie de estrategias de supervivencia que se pueden denominar *Mecanismos de Compensación de Enfermedad*. Solo cuando estos son superados, se aprecian síntomas en el animal.
- Las enfermedades no suelen tener una etiología única, frecuentemente son multifactoriales.

Hay procesos fisiológicos que han de ser conocidos para poder detectar cualquier alteración. Uno de ellos son las mudas periódicas del sustrato córneo de la epidermis, que realizan todos los reptiles.

Las causas infecciosas más frecuentes son las bacterianas, siendo las bacterias patógenas más habitualmente identificadas: *Aeromonas* spp., *Citrobacter freundii*, *Corynebacterium* spp., *Klebsiella* spp., *Morganella* spp., *Mycobacterium* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. y *Salmonella* spp. (con mucha variación de patogenicidad entre diferentes estirpes y especies de reptiles) (Marschang y Chitty, 2004; Paré *et al.*, 2006; Beaufrère *et al.*, 2016 y Welle, 2016). Se han descrito diversas familias de virus que afectan a camaleones: *Iridoviridae* (virus eritrocítico) en *Kinyongia fisheri* (Marschang y Chitty, 2004) y en *Trioceros quadricornis* y *Trioceros hoehnellii* (Latney y Wellhan, 2013), provocando anemia, y *Poxviridae* en *Chamaeleo chamaeleon*, provocando lesiones cutáneas, monocitemia y cuadros de animales moribundos

(Marschang y Chitty, 2004). Los virus de la familia *Adenoviridae* están descritos en *Trioceros jacksonii* (Beaufrère *et al.*, 2016) y otros camaleones de montaña, provocando hepatitis, anorexia y opistótonos (Marschang y Chitty, 2004; Latney y Wellhan, 2013; Marschang, 2014), así como *Orthoreovirus* (Latney y Wellhan, 2013).

Las enfermedades se han agrupado por sistemas orgánicos para facilitar la exposición.

### 1.6.1. Tegumentarias y oftálmicas

En este apartado solo se incluyen las alteraciones oftálmicas que afectan al párpado del animal.

El desprendimiento incorrecto de la capa más externa de la epidermis del reptil se denomina disecdisis. Pueden ser retenciones en regiones concretas del cuerpo del animal o una disecdisis generalizada (Rossi, 1996; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016).

Se ha tener en cuenta que no es una entidad clínica por sí sola, pero sí un síntoma de alteración. En los animales mantenidos en cautividad, este tipo de alteraciones son más frecuentes en ofidios y saurios, que en quelonios y cocodrilianos (Rossi 1996; Harkewicz 2001; Cooper 2006; Álvarez-Carrión, 2016). Los factores que contribuyen a la disecdisis, además de un inadecuado mantenimiento, son las lesiones antiguas, infecciones, parasitismo, malnutrición, deshidratación, neoplasias, hipertiroidismo e hipotiroidismo (Jacobson, 1991; Rossi, 1996; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016).

Si no se tratan pueden aparecer infecciones secundarias (bacterianas y/o fúngicas) y favorecer la aparición de infestaciones parasitarias externas (Harkewicz, 2001).

En la frecuencia de muda podemos apreciar variaciones; una disminución en los casos de bajada de actividad metabólica, y un aumento, debido a parásitos externos o relacionado con hipertiroidismo (Harvey-Clark, 1997; Cooper, 2006).

#### 1.6.1.1. Infecciones tegumentarias bacterianas

Generalmente, la causa inicial es un trauma (heridas cutáneas, abrasiones y abscesos) que se contamina. Se suelen aislar bacterias Gram negativas y bacterias anaerobias (Eatwel, 2010; Jepson, 2011; Perry *et al.*, 2016).

Los abscesos superficiales suelen estar producidos por *Pasteurella* spp., *Proteus* spp., *Providencia* spp., *Pseudomonas* spp. y *Salmonella* spp. (Rossi, 1996; Fraser y Girling, 2004; Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016).

#### 1.6.1.2. Infecciones tegumentarias fúngicas

Suelen cursar con queilitis, blefaritis e hiperqueratosis en diferentes regiones corporales, principalmente faciales. Habitualmente este tipo de alteraciones se convierten en sistémicas,

generando formaciones granulomatosas en las vísceras. Los agentes más habitualmente aislados en reptiles son: *Aspergillus*, *Basidobolus*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Saprolegnia* y *Candida*, (Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016), *Penicillium* spp., *Chrysonica*, *Fusarium*, *Oospora*, etc. (Fraser y Girling, 2004; Perry *et al.*, 2016). También se han aislado hongos potencialmente zoonóticos, como *Trichophyton* spp. (Paré, 2014).

En camaleones se han aislado *Chrysosporium*, forma asexual de *Nannizygiopsis vriesii*, en *Chamaeleo calyptratus*, *Triceros jacksonii*, *Furcifer lateralis* y *Calumma parsonii* (Paré *et al.*, 2006), y *Chamaeleomyces granulomatis* y *Chamaeleomyces viridis* en *Chamaeleo calyptratus* (Singler *et al.*, 2010) y *Triceros jacksonii* (Paré, 2014). Este tipo de alteraciones no son muy frecuentes, pero sí muy graves (Álvarez-Carrión, 2016).

### 1.6.1.3. Parasitosis cutáneas

- Ectoparásitos: los más frecuentes en saurios son los ácaros hematófagos *Hirstiella trombidiformis* (Brotóns, 1998; Fitzgerald y Vera, 2006; Perry *et al.*, 2016) y *Ophionyssus acertinus* (Fitzgerald y Vera, 2006). Producen alteraciones cutáneas y metabólicas. También ha sido descrito, con más frecuencia en ofidios, que pueden ser vectores de agentes de origen bacteriano o vírico (Fraser y Girling, 2004; Fitzgerald y Vera, 2006).
- Fases migratorias: pueden existir fases cutáneas migratorias de hemoparásitos del grupo de los nematodos, que se sitúan en el tejido subcutáneo y cavidad. En el caso de los camaleones se ha descrito la presencia de *Foleyella* spp. en *Furcifer oustaleti* (Thomas *et al.*, 1996) y *Chamaeleo gracilis* (Pellet *et al.*, 2014); *Foleyella candezei*, en *Bradypodion fisheri* (Bolette, 1998) y *Foleyella furcata* en *Chamaeleo senegalensis* (Széll *et al.*, 2001; Greiner y Mader, 2006). En Madagascar se han descrito, con mayor incidencia en el género *Furcifer*, *Foleyella furcata* y *Hepatozoon domerguei* (*Apicomplexa*), que son transmitidos por *Culex quinquefasciatus*. Pueden existir infestaciones mixtas en *Furcifer pardalis* (Maia *et al.*, 2014). Suelen ser asintomáticos salvo que exista una carga elevada o en presencia de otros hemoparásitos que pueden provocar enfermedad. Están pendientes estudios más extensos en animales en libertad que podrían dar datos sobre la relevancia que pueden tener en la conservación (Maia *et al.*, 2014).

### 1.6.1.4. Lesiones tegumentarias traumáticas

Las causas principales son las ambientales y las producidas por conflictos etológicos, intra o interespecíficos, que desemboquen en agresiones entre individuos (Fraser y Girling, 2004; Mayer y Bradley, 2006; Perry *et al.*, 2016).

### 1.6.1.5. Quemaduras

Debido a que estos animales son heterotermos con mecanismos de termorregulación ectotérmicos, es imprescindible que dispongan de fuentes de calor que les permitan

alcanzar su TCO, necesaria para que puedan realizar sus funciones vitales de forma adecuada (Pough *et al.*, 1998; Varga, 2004).

Las quemaduras más frecuentes son las causadas por los elementos radiantes de la instalación. En animales arborícolas, la localización más habitual de las lesiones es en la zona dorsal, porque se suelen situar las fuentes caloríficas en la zona superior (Álvarez-Carrión, 2016). En otros casos se producen por elementos radiantes en la zona inferior (cables calefactores o piedras calefactoras) (Fraser y Girling, 2004; Mader, 2006b; Eatwel, 2010; Perry *et al.*, 2016).

Es muy frecuente la contaminación secundaria por bacterias Gram negativas (Mader 2006b). La gravedad de la lesión varía según la profundidad de la quemadura y la extensión (Álvarez-Carrión, 2016). En la intensidad de dolor influye la localización, extensión y profundidad de la lesión (Mader, 2006b).

#### 1.6.1.6. Tumores cutáneos

Los tumores no son enfermedades muy habituales en reptiles (Cooper y Lawrence, 1982; Cooper, 1986; Mauldin y Done, 2006). Los que se han descrito con más frecuencia a nivel cutáneo son: papilomas, fibrosarcomas, melanomas y carcinomas de células escamosas que, generalmente, no metastatizan (Cooper, 2006; Perry *et al.*, 2016). En camaleones también se ha referido casos de liposarcomas cutáneos (Fraser y Girling, 2004) y cromatoforomas (Jepson, 2011).

#### 1.6.1.7. Lesiones oftálmicas

La etiología es múltiple y en camaleones son una de las alteraciones más frecuentes. Pueden ser primarias, pero en muchas ocasiones son secundarias a alteraciones sistémicas (Álvarez-Carrión, 2006; Álvarez-Carrión, 2016).

Las causas traumáticas más habituales son las lesiones por frotamiento contra elementos del terrario (frecuente en fase de ecdisis) y las agresiones en terrarios con más de un individuo (Álvarez-Carrión, 2006; Álvarez-Carrión, 2016). Las infecciones oculares en camaleones son el resultado de inflamaciones e infecciones perioculares palpebrales, a veces asociadas con conjuntivitis por congestión pasiva de vasos orbitales, pudiendo existir infecciones en las glándulas lagrimales (Millichamp, 2004; Eatwel, 2010; Labelle, 2016). De las causas nutricionales, la hipovitaminosis A es la más frecuente (Millichamp, 2004; Latney y Clayton, 2014), principalmente en camaleones (Perry *et al.*, 2016). Pueden existir despigmentaciones y disecdisis (Álvarez-Carrión, 2006; Álvarez-Carrión, 2016). En hembras de *Furcifer oustaleti*, se ha descrito inflamaciones oculares fluctuantes donde se han localizado microfilarias de *Foleyella* spp. (Millichamp, 2004).

## 1.6.2. Digestivas

### 1.6.2.1. Queilitis

Las alteraciones labiales más habituales son las que aparecen acompañando a las estomatitis (Álvarez Carrión y Bedia, 2008; Álvarez-Carrión, 2016). Inicialmente se produce una inflamación del borde labial, pudiendo estar acompañada de hiperqueratosis, y una alteración de las glándulas temporales laterales, que puede ser debida a una obstrucción, un traumatismo, e incluso hipovitaminosis A (Fraser y Girling, 2004; Perry *et al.*, 2016) o infecciones (Barten, 2006a). Las lesiones de estas glándulas pueden provocar alteraciones oculares (Fraser y Girling, 2004; Eatwel, 2010).

Las queilitis suele iniciarse con la alteración en los labios inferiores (Álvarez-Carrión y Bedia, 2008).

### 1.6.2.2. Enfermedades del cornete dentario

Los camaleones tienen dentición acrodonte. Las enfermedades del cornete dentario pueden estar asociada a estomatitis o presentarse de forma aislada. En saurios puede estar relacionada con un exceso de alimentación con insectos blandos (Jepson, 2011). Los signos más habituales son: inflamación facial, abscesos locales, eritema gingival, retracción gingival, formación de cálculos y osteomielitis (McArthur *et al.*, 2004). Produce cambios de coloración en el cornete dentario, lesiones gingivales y pérdidas de fragmentos y, en los casos más graves, se pueden producir fracturas de la mandíbula (Álvarez-Carrión y Bedia, 2008; Eatwel, 2010).

### 1.6.2.3. Erosiones rostrales

El comportamiento nervioso de algunas especies de camaleones, como ocurre en otros reptiles (McArthur *et al.*, 2004), posibilita la aparición de este tipo de lesiones al frotarse contra elementos del entorno, se suelen denominar Interacciones Conductuales con Barreras Transparentes (ICBT) (Jepson, 2011; Álvarez-Carrión, 2016). Pueden infectarse con bacterias y hongos (Mehler y Bennett, 2006).

Las erosiones rostrales pueden ser el comienzo de una estomatitis por infección de la lesión y extensión de la misma a la cavidad bucal y, a veces, al resto del tubo digestivo. En algunos casos, evolucionan a osteomielitis (McArthur *et al.*, 2004; Eatwel, 2010).

### 1.6.2.4. Estomatitis

En muchas ocasiones el inicio es una erosión rostral o una lesión traumática que puede complicarse con una infección de la cavidad oral, causada, con mayor frecuencia, por bacterias Gram negativas (*Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Salmonella* spp. y *Morganella* spp.) (Marschang y Chitty, 2004; Paré *et al.*, 2006; Mehler y

Bennett, 2006; Welle, 2016), pudiendo evolucionar a estomatitis ulcerativa o necrótica (Driggers, 1997; Welle, 2016).

La estomatitis es un proceso común en reptiles, que se caracteriza por la infección de la mucosa oral y tejidos adyacentes, provocando gingivitis, glositis, palatitis y queilitis (Mehler y Bennett, 2006; Welle, 2016). En camaleones es frecuente que aparezcan petequias y sufusiones, principalmente en la ventosa lingual, y alteraciones oculares (blefaroedemas y blefaritis) (Álvarez-Carrión y Bedia, 2008; Álvarez-Carrión, 2016). Puede asociarse con enfermedades periodontales, abscesos mandibulares y osteomielitis (McArthur *et al.*, 2004; Welle, 2016) y, ocasionalmente, con abscesos linguales (Mehler y Bennett, 2006). Las estomatitis pueden extenderse al resto del tracto gastrointestinal y, sus exudados, afectar al sistema respiratorio (Mehler y Bennett, 2006).

#### 1.6.2.5. Parálisis lingual

La parálisis lingual en camaleones, por su anatomía y su capacidad de elongación y retracción de la lengua, aparece principalmente si existe un hiperparatiroidismo nutricional secundario que pueda provocar debilidad de los músculos retractores linguales, o bien hipocalcemia o estomatitis, que propician que la lengua permanezca extendida de forma permanente al adherirse a la presa o al sustrato (McArthur *et al.*, 2004; Álvarez-Carrión, 2016).

#### 1.6.2.6. Gastritis/enteritis

Pueden venir provocadas por la extensión de lesiones de estomatitis (Álvarez-Carrión y Bedia, 2008; Álvarez-Carrión, 2016). Las causas son múltiples, ya que, además de las infecciosas, también pueden deberse a las carencias en el mantenimiento del animal, tanto en el entorno, como en la alimentación (Driggers, 1997; McArthur *et al.*, 2004 y Welle, 2016). Provocan anorexia, regurgitación, mala digestión, deshidratación y caquexia (McArthur *et al.*, 2004 y Well, 2016).

Las enfermedades de este sistema no solo afectan al tubo digestivo, sino también a órganos anejos. Las hepatopatías pueden tener etiología infecciosa, parasitaria (protozoos), hepatotoxicosis, deficiencia de vitamina A y neoplasias (McArthur *et al.*, 2004). Uno de los procesos hepáticos más habitual es la lipidosis causada por alteraciones nutricionales u hormonales (hiperparatiroidismo, hiperestrogenismo, hipotiroidismo, etc.) (McArthur *et al.*, 2004).

La cloaca recibe excreciones del aparato urinario, gastrointestinal, la secreción de las glándulas encargadas de lubricar los conductos durante la ovoposición y las de los hemipenes durante la cópula (Bennet, 1991). La inflamación, la infección o el prolapso de algún órgano (tejidos genitales, oviductos o hemipenes y segmentos de digestivo) pueden producir, de forma secundaria, una cloacitis (Bennet, 1991; Álvarez-Carrión, 2015). Cuando aparece una infección o inflamación de la cloaca puede provocar alteraciones en el animal, incluyendo anorexia, regurgitación y dificultades a la hora de defecar (Bennet, 1991). Uno

de los prolapsos más frecuentes es el de colon, que provoca tenesmo, y se asocia a procesos de diarrea o constipación (Bennet, 1991 Álvarez-Carrión, 2016).

En los procesos de constipación las causas son múltiples, destacando las deshidrataciones mantenidas, causadas por un gradiente térmico incorrecto, la ausencia de descensos térmicos nocturnos, el aporte insuficiente o inadecuado de agua, la humedad relativa baja, la alimentación con presas de gran tamaño o con exoesqueleto muy duro, y la ingestión de un cuerpo extraño como, por ejemplo, sustrato no digerible, arenas o grava (Braten, 2006a; Álvarez-Carrión, 2016).

Las alteraciones del metabolismo del calcio, las enfermedades sistémicas crónicas, las neoplasias intestinales, las alteraciones extramurales (como, por ejemplo, enfermedades que provoquen nefromegalias) y las alteraciones reproductoras (sobre todo en hembras), pueden producir una ralentización del movimiento peristáltico, favorecer los procesos de constipación y provocar obstrucciones parciales o completas del digestivo (Mans y Braun, 2014; Álvarez-Carrión, 2016). La obstrucción produce alteraciones en la pared digestiva y, si llega a ser completa, pueden existir roturas del tubo digestivo con la consiguiente extravasación de contenido o toxinas, que conlleva la aparición de una septicemia (McArthur et al., 2004).

Influyen varios factores en la consistencia de las heces. Las heces blandas o inconsistentes suelen estar causadas, además de por una dieta incorrecta, por unos rangos térmicos inadecuados, que producen alteraciones de la motilidad gastrointestinal, por endoparásitos y por procesos bacterianos, víricos o fúngicos (Mans y Braun, 2014), produciendo disbiosis y mala absorción del alimento.

El padecimiento de parasitosis o de infecciones por bacterias y virus, junto con el empleo de presas de gran tamaño o la concurrencia de una enfermedad infiltrativa intestinal, pueden producir una alteración en la motilidad gástrica, y provocar un incremento de la misma que puede causar una intususcepción (Frye, 1991b y c).

#### 1.6.2.7. Parasitosis digestivas

Los endoparásitos no son siempre indeseables; de hecho en reptiles existen parásitos que podríamos considerar que tienen una relación simbiote, de mutuo beneficio, con su hospedador (Frye, 1991c; Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006). En libertad tienen una relación ecológica generalmente estable con su hospedador y son específicos del hábitat que pueblan (Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006). Se ha de tener en cuenta que algunos de estos parásitos, dependiendo de la cantidad y tipo, y de la especie de reptil, son beneficiosos en el equilibrio biológico del animal, al ayudar a la molturación y al peristaltismo intestinal, y en la inmunoestimulación (Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006). Los ciclos parasitarios pueden ser más o menos complejos. En reptiles herbívoros, el tipo de ciclo más habitual es el directo, sin embargo, en los carnívoros (incluyendo los insectívoros), es más frecuente encontrar ciclos indirectos más o menos complejos (Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006).

La mayoría de las parasitosis son asintomáticas y sólo aparecen cuadros clínicos cuando se rompe el equilibrio entre el hospedador y el parásito (Frye, 1991c; Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006). Cualquier bajada de defensas (animal salvaje capturado, cambio de entorno, otras enfermedades, etc.) puede producir la exacerbación de las parasitaciones y la aparición de los síntomas consiguientes (Frye, 1991c; Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006). Los signos son muy inespecíficos: debilidad, pérdida de peso, apatía, bajada de actividad, dolor, mala digestión, comportamientos inusuales, etc. En casos de parasitosis muy intensas, algunas especies de parásitos pueden formar bolos en el aparato digestivo que pueden producir obstrucciones parciales o completas. En ocasiones se visualizan formas parasitarias en las deyecciones (Frye, 1991c; McArthur *et al.*, 2004).

Para el diagnóstico, el mejor método coprológico es la combinación de frotis directos (con solución salina y/o teñidos) y técnica de flotación (CNF), que permite observar trofozoítos flagelados, ooquistes de coccidios y huevos y larvas de nematodos. La técnica SAF estándar se puede utilizar como método adicional (Wolf *et al.*, 2014).

Las parasitosis más frecuentes en *Furcifer pardalis* y *Chamaeleo calyptratus* son:

- Protozoos
  - Flagelados: son poblaciones generalmente saprofitas, pero se debe controlar su número. Los géneros más comunes son *Hexamita*, *Trichomonas*, *Giardia* y *Leptomonas*. Cuando se produce sobrecrecimiento suelen producir anorexia y alteraciones gastrointestinales (Frye, 1991c; Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006; Maasiii, 2014).
  - Ciliados: los géneros más frecuentes son *Nyctotherus* y *Balantidium*. Es normal encontrarlos en algunos reptiles de forma natural (principalmente herbívoros), pero también se debe controlar su número (Greiner y Mader, 2006; Maasiii, 2014).
  - Coccidios: en *Chamaeleo calyptratus* están descritas *Isospora jaracimrmani*, (Modry y Koudel, 1995; Mcallister *et al.*, 2012) y *Choleoeimeria hirbayah* sp. n. (Sloboda y Modrý, 2006). Producen diarrea y deshidratación. También están descritas infecciones gástricas subclínicas por criptosporidiosis (McArthur *et al.*, 2004; Pedraza-Díaz *et al.*, 2009; Latney y Wellhan, 2013).
- Nematodos (Frye, 1991c; Klingenberg 2004; Greiner y Mader 2006):
  - Ascáridos: ciclo indirecto. Suelen provocar malnutrición. Algunos tienen fases migratorias cutáneas.
  - *Oxyuris* spp.: ciclo directo. En algunas especies se pueden considerar saprofitos. Se trata de parásitos de aparición más común en quelonios y saurios que en ofidios. Pueden ser predisponentes de prolapsos por cloaca, generalmente de intestino.

- *Strongyloides* spp: ciclo directo o indirecto, aunque algunas especies pueden penetrar vía cutánea. Provocan diarrea y obstrucciones.
- Filarias: *Foleyella furcata* (descrita en el apartado de enfermedades tegumentarias).

### 1.6.3. Óseas

Las más frecuentes son las englobadas en la denominación de Enfermedad Metabólica Ósea (EMO), producida por alteraciones en el metabolismo del calcio. Afecta más a reptiles en fases de crecimiento, siendo los adultos más resistentes pues sus huesos, desarrollados al completo, constituyen una reserva de calcio muy importante (Calvert, 2004b; Mans y Braun, 2014).

Las causas son varias y, generalmente, se combinan: déficit de UVB, déficit de vitaminas A, C, K y vitamina D<sub>3</sub> o sus metabolitos, déficit en la dieta de calcio o desequilibrios con el fósforo, hormonas involucradas en la regulación del calcio, exceso de producción de estrógenos y, con mucha frecuencia, hiperparatiroidismo nutricional secundario (Mans y Braun, 2014). Está asociada a un desequilibrio en el balance Ca: P, sumado, en ocasiones, a una hipervitaminosis A que dificulta la actuación de la vitamina D<sub>3</sub>, produciendo descalcificación aunque exista hipercalcemia (Calvert, 2004b; Hoby *et al.*, 2010; McFadden, 2016).

En individuos juveniles, el cuadro clínico es de raquitismo. Se trata de una deficiencia crónica de calcio, que provoca una debilidad ósea con deformidad de los huesos (principalmente los largos, mandíbula y el cráneo) y alteraciones en los cartílagos de crecimiento (Mader, 2006c).

Los síntomas que se aprecian son: decaimiento, problemas de deambulación, anorexia (debida a la debilidad mandibular), temblores musculares (mioclonias), disminución del movimiento peristáltico, ingestión de cuerpos extraños (buscando aporte de calcio), fracturas espontáneas de huesos largos, deformaciones óseas, calcificación de los músculos, parálisis de miembros por compresión medular, retención pre y postovulatoria y distocias (Mader, 2006c; Mans y Braun, 2014; Álvarez-Carrión, 2016). También se asocian a lesiones vertebrales, escoliosis y cifosis (Calvert, 2004b; McFadden, 2016).

Las hembras que realizan ovoposiciones repetidas en un espacio corto de tiempo pueden sufrir procesos de descalcificación, favoreciendo las distocias (Johnson, 2004; Watson, 2016). El hiperparatiroidismo renal secundario puede ser causa de osteomalacias con hiperfosfatemia (Johnson, 2004; Johnson III *et al.*, 2016).

### 1.6.4. Reproductivas

Cualquier alteración de las estructuras del aparato genital conllevará problemas en la reproducción:

- Alteraciones infecciosas o traumáticas: rotura de folículos, salpingitis, prolapsos de órganos genitales por cloaca, etc. (Rebrode, 1997; Watson, 2016).
- Alteraciones neoplásicas: en otros saurios están descritos los adenomas y teratomas ováricos, y los tumores de células intersticiales en testículos (Mauldin y Done, 2006; Watson, 2016).
- Malformaciones congénitas o adquiridas: canal del parto estrecho u oviductos malformados (Denardo, 2006c; Watson, 2016).

#### 1.6.4.1. Machos

Es relativamente frecuente la aparición de alteraciones en los hemipenes debido principalmente, a la formación de tapones por acumulaciones de descamación de células epiteliales o exudados en el *sulcus* del hemipene (Johnson, 2004), cuya causa aún no se conoce con certeza, y que puede producir lesiones y ser una de las causas de prolapso de hemipene (parafimosis), siendo más raras las causas traumáticas o infecciosas (Funk, 2002; Barten, 2006b; Watson, 2016). En camaleones puede progresar a enfermedades de cloaca e incluso afectar de forma retrógrada a los testículos (Álvarez Carrión, 2008). En adultos, la exteriorización prolongada del o los hemipenes provoca la desecación y traumatismos e incluso, necrosis (Johnson, 2004; Watson, 2016).

#### 1.6.4.2. Hembras

Las alteraciones más comunes son:

- Estasis folicular (retención preovulatoria): su etiología aún no se conoce por completo. Parecen influir las dietas incorrectas, las condiciones de mantenimiento inadecuado, el estrés (Watson, 2016), las alteraciones hormonales y las infecciones por *Salmonella arizonae* (Johnson, 2004).
- Retención postovulatoria y distocias: el 18% de las distocias que aparecen en reptiles ocurren en saurios (Denardo, 2006c). La mejor forma de determinar si existe o no una distocia es observar la actitud de la hembra (Denardo, 2006c) y, en camaleones, su librea de color (Nečas, 1999a, 2004a; Stuart-Fox, 2014).
  - Las obstructivas están causadas por cualquier alteración anatómica que determine la imposibilidad del paso de la descendencia a través del oviducto, ya sea por causas fetales (malformaciones, huevos grandes o deformes) o maternas (canal del parto estrecho, oviductos malformados o alteraciones no reproductivas como, por ejemplo, urolitiasis vesical) (Denardo, 2006c; Watson, 2016).
  - Las no obstructivas pueden venir determinadas por condiciones térmicas incorrectas, malnutrición o deshidratación (Denardo, 2006c), enfermedades metabólicas (incluyendo las hipocalcemias) e infecciones (Funk, 2002;

Johnson, 2004; Watson, 2016), entre otras. Las más frecuentes en camaleones son las provocadas por no poder realizar la puesta por deficiencias en el mantenimiento (Álvarez-Carrión, 2008; Watson, 2016).

Puede producirse el prolapso de tejido genital por cloaca debido a inflamación, infección o trauma (Johnson, 2004; Watson, 2016).

### 1.6.5. Respiratorias

Existen causas extra-respiratorias que pueden ocasionar síntomas respiratorios, como ocurre con las mudas retenidas en los orificios nasales, las infestaciones por ácaros alrededor de las narinas, las infecciones bacterianas en la región bucal o periocular, y las lesiones cercanas a la zona naso lacrimal (Chitty, 2004). Las infecciones fúngicas son poco frecuentes y suelen ser secundarias a tratamientos antibióticos prolongados (Chitty, 2004).

#### 1.6.5.1. Infecciones respiratorias bacterianas

Las bacterias más habituales son Gram negativas, en principio saprofitas (*Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., *Proteus* spp., *Aeromonas* spp., *Salmonella* spp. y *Staphylococcus* spp.), mientras que las asociadas a alteraciones primarias son muy pocas (*Fusobacterium* spp., *Clostridium* spp. y *Bacteroides* spp.) (Schumacher, 2011; Beaufrère *et al.*, 2016).

Las causas predisponentes medioambientales son (Chitty, 2004):

- Temperatura: si es elevada causa deshidratación con alteración de las membranas mucosas, lo que provoca una disminución en las barreras defensivas y una menor resistencia a la infección.
- Humedad: un exceso puede promover el sobrecrecimiento de microorganismos, y un defecto, sequedad de las membranas mucosas.
- Limpieza: una deficiencia en esta tarea puede promover la aparición de enfermedades respiratorias (frecuente en grandes ofidios).
- Dimensiones del terrario: si no permiten que el animal pueda colocarse estirado y poder expectorar, puede propiciar afecciones pulmonares, principalmente en grandes ofidios, mientras que en ofidios arborícolas o semiarborícolas si no permiten trepar puede favorecer el mismo problema.

La hipovitaminosis A provoca metaplasia escamosa de las células epiteliales y de los conductos de las glándulas mucosas, que puede predisponer a infecciones oportunistas y causar neumonía (Murray, 2006). Un aporte inadecuado de proteínas es otra causa predisponente (Murray, 2006).

### 1.6.5.2. Parasitosis respiratorias

*Rhabdias* spp. y *Entomelas* spp. (ciclo directo), provocan procesos neumónicos. Se observan en secreciones respiratorias (fases larvarias) y fecales (huevos, muy semejantes a los de *Strongyloides*) (Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006; Schumacher, 2011). Los géneros *Raillettiella* spp y *Sambonia* spp han sido localizadas en diferentes especies de reptiles, entre ellos los camalones (Beaufrière *et al.*, 2016).

## 1.6.6. Renales

### 1.6.6.1. Enfermedades renales

Las causas pueden ser parasitarias, bacterianas, víricas, fúngicas y nutricionales, siendo la más frecuente la hipovitaminosis A. En general, producen glomerulonefritis, nefritis intersticial o tubulonefritis, de forma primaria o secundaria a otros procesos (Zwart, 2006; Johnson III *et al.*, 2016). Las nefritis pueden ser secundarias a abscesos, sepsis o enfermedades inflamatorias crónicas (Zwart, 2006). El efecto crónico de un hiperparatiroidismo renal secundario, con una enfermedad renal que disminuya la eliminación de fósforo, provoca una osteomalacia progresiva y la mineralización metastática de tejidos (riñones, arterias mayores, corazón, vascularización pulmonar y mucosa gástrica) (Johnson, 2004; Johnson III *et al.*, 2016). El cuadro clínico que produce es muy similar al hiperparatiroidismo nutricional secundario (Johnson, 2004; Johnson III *et al.*, 2016).

La deficiencia de funcionalidad renal provoca en el animal deshidratación, cuyos síntomas suelen iniciarse con disecdisis, y según progresa se aprecia depresión, hundimiento ocular y anorexia, que contribuye a la deshidratación (Mans y Braun, 2014). Otros síntomas de alteraciones de la función renal son la aparición de edemas localizados o generalizados.

Se ha descrito cálculos renales en *Chamaeleo calyptratus* y dilataciones de túbulos renales en *Furcifer pardalis* (Zwart, 2006).

### 1.6.6.2. Gota

Aunque no es una enfermedad renal primaria, puede exacerbarse con un funcionamiento inadecuado de los riñones o puede causar fallo renal cuando los cristales de ácido úrico se depositan en el tejido renal (Johnson, 2004; McFadden, 2016; Johnson III *et al.*, 2016). Las zonas de cristalización más frecuentes son la visceral y los tejidos subcutáneos, donde los cristales se agregan formando una estructura denominada tofo gotoso, alrededor del cual se produce una inflamación granulomatosa, aunque también pueden acumularse en articulaciones (Johnson, 2004; McFadden, 2016).

### 1.6.7. Nutricionales

Además de los desórdenes nutricionales primarios, se deben vigilar los procesos de deshidratación por déficit hídrico debidos a un aporte deficiente de agua en la alimentación de las presas (Mans y Braun, 2014).

En general, los invertebrados y, en concreto, los insectos, son una buena fuente de proteínas, potasio y magnesio, con concentraciones variables de sodio, hierro y fósforo, aunque su contenido en calcio es reducido (Calvert, 2004a; Donaghue, 2006; Latney y Clayton, 2014).

#### 1.6.7.1. Hiperparatiroidismo nutricional secundario

La causa principal es un déficit de calcio y/o vitamina D<sub>3</sub>, por aporte insuficiente de calcio en la dieta o alteraciones en su metabolismo por gradiente térmico incorrecto y un aporte deficiente de UVB (Mans y Braun, 2014).

En *Furcifer pardalis* se han realizado diversos estudios sobre la vitamina D<sub>3</sub>, determinando que la exposición a fuentes de iluminación con un aporte adecuado de UVB incrementa los valores detectados en plasma del 25 hidroxicalciferol, y que el animal adapta su comportamiento de *soleado* al aporte exógeno de la vitamina o precursores (según baja el aporte, incrementa el tiempo de irradiación) (Ferguson, *et al.*, 2003; Brandão *et al.*, 2016).

Los signos clínicos de esta enfermedad son muy variables, dependiendo del grado de afectación y la especie animal. Suelen aparecer letárgicos, con hiporexia o anorexia, constipación, y presentando distocias pre o post ovulatorias (Mans y Braun, 2014).

#### 1.6.7.2. Hipovitaminosis A

La vitamina A es esencial para múltiples procesos biológicos: visión, crecimiento, reproducción y función inmunológica (Mans y Braun, 2014). La causa de la hipovitaminosis A es una deficiencia nutricional en esta vitamina (Donoghue, 2006).

Con esta hipovitaminosis se producen alteraciones consecuentes a la metaplasia escamosa multifocal, hiperqueratosis epitelial, alteración del epitelio respiratorio (las células pasan de cúbicas a planas), alteración del epitelio ocular y del sistema endocrino, incluyendo necrosis y atrofia (Calvert, 2004b). La descamación exagerada que se produce en los epitelios puede desencadenar la formación de quistes (Mans y Braun, 2014). Los conductos hepáticos, pancreáticos y óculo-nasales se pueden obstruir. Secundariamente, la lesión epitelial facilita la instauración de infecciones secundarias (Mans y Braun, 2014). Los signos clínicos generales son inespecíficos, originando letargo, reducción de ritmo de crecimiento, anorexia y alteraciones respiratorias (Mans y Braun, 2014).

En *Furcifer pardalis* los signos más frecuentes son: edema periocular con descarga ocular, inflamación de región gular y labios, necrosis focales en cola, disminución del índice

reproductivo y alteraciones del esqueleto (Ferguson *et al.*, 1996; Calvert, 2004b; Mans y Braun, 2014). También contribuye a la disecdisis y a la impactación en hemipenes y, en casos severos, a una metaplasia multifocal de epitelios en riñones, uréteres y páncreas, y a una hiperqueratosis en túbulos renales que favorece la aparición de gota visceral (Mans y Braun, 2014). También ha sido diagnosticada en *Chamaeleo calyptratus* (Donaghue, 2006).

#### 1.6.7.3. Hipovitaminosis E

El déficit de tocoferol no es muy frecuente. Puede aparecer en dietas que contengan menos de un 10% de grasa (Latney y Clayton, 2014), pero se ha descrito junto con déficit de selenio en *Chamaeleo calyptratus* (Cole *et al.*, 2008; Mans y Braun, 2014; Tully, 2016). En esta especie produce miopatías que provocan una disfunción lingual progresiva, debilidad y movimientos en círculo (Mans y Braun, 2014; McFadden, 2016; Tully, 2016).

#### 1.6.7.4. Hipotiroidismo

El yodo se considera un elemento traza, pero esencial para el funcionamiento del tiroides como componente de la tiroxina y triiodotironina (Donaghue, 2006). Es poco frecuente y, si se presenta, suele ser un hipotiroidismo nutricional secundario, de muy complejo diagnóstico (Mans y Braun, 2014).

#### 1.6.7.5. Obesidad

Hay que tener en cuenta que las larvas de insectos, como *Zophobas morio* y *Tenebrio molitor*, contienen más grasa que las fases adultas respectivas (Jones, *et al.*, 1972; Oonincx y Drenfeldt, 2012; Oonincx *et al.*, 2013; Latney y Clayton, 2014), sin embargo las fases tempranas de cucarachas y grillos son más proteicos (Finke, 2002, 2007, 2013; Finke *et al.*, 2005; Latney y Clayton, 2014). Un exceso de dieta rica en grasa y una cantidad elevada de presas, con mayor frecuencia de la necesaria para el gasto metabólico del animal, provoca esta enfermedad (Mans y Braun, 2014). Se observa esteatosis o acumulaciones de grasa intra y extracelómicas (Donaghue, 2006). El acumulo intracelómico produce adherencias viscerales hasta que se convierte en una masa en la que no es factible diferenciar las vísceras (Donaghue, 2006; Mans y Braun, 2014).

#### 1.6.7.6. Emaciación

En hembras grávidas, sobre todo en las últimas fases de gestación, es frecuente que exista anorexia fisiológica (Donaghue, 2006; Mans y Braun, 2014).

Las causas de que la anorexia prolongada aparezca como proceso patológico son múltiples. Las etiologías más frecuentes son la hipotermia o hipertermia, una aportación nutricional inadecuada, el estrés (Mans y Braun, 2014), el Síndrome de Mala Adaptación, más frecuente en animales recién importados o recién adquiridos (Denardo, 2006b), y algunas enfermedades que provocan que el animal no ingiera alimentos o afecten al metabolismo (Donaghue, 2006).

El animal sufre una pérdida de proteínas del músculo esquelético (siendo evidente la atrofia muscular), del corazón, del hígado, del intestino y de otros órganos (Donaghue, 2006), junto a una movilización de reservas grasas (Mans y Braun, 2014).

#### 1.6.7.7. Intoxicaciones

En su hábitat artificial se ha de eliminar el riesgo de intoxicación por ingestión o contacto, ya sea debido a algún elemento de enriquecimiento ambiental, incluyendo las plantas tóxicas (Frye, 1994) o a la alimentación con presas contaminadas con residuos de insecticidas (Hall, 1980; Hall *et al.*, 1982; Henle, 1988).

#### 1.6.8. Neurológicas

Aunque puede tener diferentes causas, las más frecuentes según Keeble (2004) y Tully, (2016) son nutricionales y metabólicas: hiperparatiroidismo nutricional secundario, hipocalcemia, déficit de tiamina, biotina y vitamina E/selenio, enfermedades renales y hepáticas, hipoglucemias, xantomatosis, lesiones traumáticas, causas químicas (algunos insecticidas y fármacos dependiendo de la especie, y sustancias tóxicas de plantas y vegetales), anomalías congénitas, neoplasias e hipotermia.

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS



El **objetivo general** del presente estudio es evaluar las principales patologías de camaleones mantenidos en cautividad en relación a los parámetros ambientales. Los resultados podrían servir de base para el diseño de sistemas de manejo que permitan minimizar los riesgos para la sanidad animal y la salud pública (zoonosis), mejorando el bienestar animal y el medio ambiente.

De la experiencia clínica desarrollada durante más de 20 años, surgió la cuestión de la posible correlación existente entre los factores ambientales y la aparición de enfermedades en reptiles mantenidos en cautividad, observándose diferencias entre especie y sexo y, además, variaciones en el momento de aparición de los procesos de un año a otro.

El **objetivo específico** de este estudio es comprobar la influencia de los factores ambientales, internos y externos a la instalación, en el desarrollo de enfermedades en los camaleones de las especies *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* mantenidos en cautividad, así como, evaluar su posible repercusión en los ciclos biológicos y en la aparición estacional de enfermedades.

Justifica este estudio el **interés** de la aplicación de los resultados obtenidos para contribuir a la mejora de los sistemas utilizados en técnicas de terrariofilia de reptiles, mejorar la recopilación de datos de interés biológico para centros de recuperación y de investigación, optimizar los planes de preservación y recuperación de especies amenazadas, así como a ampliar los conocimientos veterinarios en el campo de la medicina de reptiles y el mantenimiento en cautividad de estos animales.

La denominación de animales exóticos o Nuevos Animales de Compañía (NAC) hace referencia a un grupo heterogéneo de animales que incluye aves, pequeños mamíferos (mustélidos, lagomorfos, roedores, marsupiales), reptiles, anfibios, peces y artrópodos. Muchos de ellos, a pesar de ser mantenidos en cautividad y, con frecuencia, en el ámbito doméstico, no pueden ser considerados animales domesticados, constituyendo en realidad una interfase entre animales silvestres y domésticos.

Las bases del conocimiento sobre el que se apoya este estudio, además de por una profunda revisión del marco teórico, han sido obtenidas durante el desarrollo de una prolongada práctica clínica, realizada en centros veterinarios dedicados de forma específica a animales exóticos, y en actividades de supervisión sanitaria en núcleos zoológicos de venta e importación de reptiles y de colecciones zoológicas, que ha permitido desarrollar protocolos sistematizados de anamnesis y exploración clínica básicos para desarrollar la investigación.

Se han seleccionado para este estudio 545 casos de camaleones que fueron examinados y tratados, durante un período de 5 años (1 de enero de 2005 a 31 de diciembre de 2009), en el centro veterinario *Camaleo*, en la ciudad de Madrid. Las fuentes de investigación la constituyeron los pacientes, incluyendo animales importados, tanto capturados o criados en zonas controladas en su país de origen, y principalmente criados en cautividad en países europeos (más habitual) o en España.

De todas las especies de camaleones tratados en la clínica, se seleccionaron *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, por ser dos de las especies más frecuentes en cautividad, lo que ha permitido disponer de un mayor número de datos clínicos. Además, ambas especies son endémicas de zonas muy dispares, *Chamaeleo calyptratus* de Yemen y Arabia Saudita, y *Furcifer pardalis* de Madagascar.

En el estudio se han tenido en cuenta las necesidades ambientales concretas de las especies seleccionadas para la investigación, la recreación artificial de los parámetros ambientales dentro del terrario y las variaciones climáticas externas a la instalación, habiendo seleccionado como variables temperatura, humedad relativa y presión atmosférica en la ciudad de Madrid (lugar donde fueron mantenidos los animales). De esta forma, se pudo valorar el grado de correlación entre los factores ambientales, la frecuencia y la estacionalidad de la aparición de enfermedades en el periodo seleccionado.

Para poder gestionar todo el conjunto, se ha incluido en el estudio la mayor cantidad de datos posibles sobre las condiciones de su mantenimiento en cautividad. En el manejo idóneo de estas especies este aspecto es básico, y suele ser causa predisponente y determinante de la mayoría de las enfermedades que pueden llegar a desarrollar este tipo de animales. El estrés producido por las variaciones puntuales en alguno de estos parámetros, provoca en los reptiles procesos de adaptación o aclimatación al cambio. Sin embargo, las situaciones de estrés mantenidas pueden tener efectos adversos, sobre todo si son multifactoriales. En general, se considera que los factores de estrés ambiental conllevan una mayor morbilidad y mortalidad en el individuo, que los estrictamente biológicos.

La hipótesis a probar es que los factores ambientales, tanto los de la instalación, como el clima externo a la misma, influyen en la aparición de enfermedades en los camaleones y en su estacionalidad, como consecuencia de la influencia de los parámetros ambientales en la capacidad de respuesta orgánica de los animales y la imposibilidad de aislar completamente los terrarios del medio que los circunda, hasta el punto de poder influir notablemente en la estacionalidad de aparición de los procesos patológicos.

En resumen, esta tesis aporta como novedad la importancia de valorar como agentes predisponentes y determinantes de enfermedad, no solo los factores ambientales internos a la instalación, sino también los externos, que en muchos casos, principalmente las diferencias de presión atmosférica, no son controlables de forma artificial en el mantenimiento en cautividad de reptiles.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS



### 3.1. Sujetos de estudio

El proyecto de investigación se basó en los animales de las especies *Chamaeleo calyptratus calyptratus* (subespecie comercializada y que nombraremos desde ahora como *Chamaeleo calyptratus*) y *Furcifer pardalis*, mantenidos en cautividad en la ciudad de Madrid, durante el periodo de estudio seleccionado de 1 de enero de 2005 a 31 de diciembre de 2009.

El universo de muestra, a falta de censos oficiales o estimativos, lo constituyeron los datos obtenidos en el núcleo zoológico de venta minorista y en el centro veterinario *Camaleo*, fundados en 1997 y situados en la ciudad de Madrid.

Tabla 5: Número de especímenes de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* comercializados en el núcleo zoológico de venta minorista *Camaleo*.

\* En *Furcifer pardalis* es complejo determinar el sexo en neonatos

TOTAL DE ESPECÍMENES EN NÚCLEO ZOOLOGICO CAMALEO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO		<i>Chamaeleo calyptratus</i>		<i>Furcifer pardalis</i>
Total	366	Total 214		Total 152*
		♂144	♀70	
2005		61		15
2006		27		11
2007		53		48
2008		40		47
2009		33		31

La procedencia de los animales en el núcleo zoológico de venta minorista (Tabla 5) eran, exclusivamente, de cría en cautividad y comercialización en las ferias de Hamm (Alemania), que se celebra dos o tres veces al año, [primavera (marzo-mayo), otoño (septiembre) e invierno (diciembre)] y Houten (Holanda) en verano (junio). La mayoría eran animales neonatos o juveniles (1-4 meses de edad) y no presentaron alteraciones durante el corto periodo de permanencia antes de su venta.

Tabla 6: Número de especímenes de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* revisados.

TOTAL DE ESPECÍMENES REVISADOS EN EL CENTRO VETERINARIO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO			<i>Chamaeleo calyptratus</i>		<i>Furcifer pardalis</i>		
Total	738	738		494		244	
		♂487	♀251	♂329	♀165	♂158	♀86
2005		115	48	90	34	25	14
2006		59	50	42	25	17	25
2007		125	56	81	36	44	20
2008		92	42	53	27	39	15
2009		96	55	63	43	33	12

En el centro veterinario *Camaleo* (Tabla 6) se han examinado durante el curso de la investigación, 738 especímenes, 236 de ellos comercializados en el núcleo zoológico de

venta minorista *Camaleo*, (no han sido contabilizados los 130 que no fueron revisados en el centro veterinario después de su venta).

### 3.2. Diseño del estudio. Muestra

Este estudio retrospectivo se realizó utilizando los historiales clínicos de los *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* revisados en el Centro veterinario *Camaleo* del 1 de enero de 2005 al 31 de diciembre de 2009.

De los 738 especímenes revisados se definieron como **caso** a aquellos camaleones, de las especies citadas, que fueron revisados a nivel clínico y presentaban cualquier alteración o enfermedad durante el periodo de investigación y que estuvieron mantenidos en cautividad en la ciudad de Madrid. El total de *casos* en el estudio, que cumplían los criterios de inclusión, fueron 545, con la siguiente distribución (Tabla 7):

Tabla 7: Número de especímenes de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* revisados.  
\*Abreviaturas: C nacido en cautividad; I importado

DISTRIBUCIÓN DE CASOS	NÚMERO DE CASOS	
TOTALES	545	
POR SEXO	<b>NÚMERO DE CASOS</b>	
♂	362	
♀	183	
POR EDAD	<b>NÚMERO DE CASOS</b>	
Meses-1 año	284	
1 -3 años	236	
>3 años	25	
POR ESPECIE Y SEXO	<b>NÚMERO DE CASOS</b>	
<i>Chamaeleo calyptratus</i>	374	
♂	242	
♀	132	
<i>Furcifer pardalis</i>	171	
♂	120	C* 113; I* 7
♀	51	C 47; I 4


Todos han sido *casos* de individuos diferentes salvo 17 *casos* que corresponden a 7 individuos, todos machos (4 *Chamaeleo calyptratus* y 3 *Furcifer pardalis*), que presentaron varias enfermedades en diferentes estaciones y en distintos años.

Aunque desde que se inició la tenencia de reptiles como animales de compañía, el número de animales criados en cautividad se ha ido incrementando, en *Furcifer pardalis* se contabilizaron casos de animales criados en cautividad y de importados. Estos últimos fueron el 2% de los casos, porcentaje que no se consideró relevante para ser estudiado aparte en la investigación desarrollada. En el caso de *Chamaeleo calyptratus*, todos fueron criados en cautividad.

### 3.3.Procedimientos

El estudio se sustentó en las herramientas básicas que tiene el veterinario: la anamnesis al propietario y la exploración del paciente, y en las variables climáticas proporcionadas por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).

En la Figura 32 se muestra la plantilla de recogida de datos empleada de forma específica en este estudio.

		
<b>HISTORIAL CLÍNICO DEL CENTRO VETERINARIO</b>		
N° _____		
<b>Fecha de visita</b>	Día/mes/año	
<b>Datos del propietario</b>	Nombre completo	
	DNI	
	Dirección	
	Teléfono	
<b>ANAMNESIS</b>		
<b>Datos del animal</b>	Origen	Importado
		Criado en cautividad
	Forma de adquisición	
	Fecha de compra	
	Especie	<i>Chamaeleo calyptratus</i>
		<i>Furcifer pardalis</i>
	Edad	
	Peso	
	Sexo	

<b>Entorno artificial</b>	Instalación
	Iluminación
	Temperatura
	Aporte hídrico
	Enriquecimiento ambiental
	Alimentación
	Limpieza de instalación
<b>Comportamiento en el entorno artificial</b>	

<b>EXPLORACIÓN</b>	
<b>Observación</b>	
<b>Valoración de las variaciones de librea</b>	
<b>Exploración bajo lupa</b>	
<b>Palpación</b>	
<b>Auscultación</b>	
<b>Observaciones</b>	
<b>Otras observaciones Pruebas complementarias requeridas</b>	

Figura 32: Plantilla de toma de datos utilizada en la investigación.

### 3.3.1. Anamnesis

Se desarrolló un protocolo de anamnesis para poder recoger los datos de forma seriada mediante una batería de preguntas que permitían objetivar los datos obtenidos para su aplicación en la investigación (Álvarez-Carrión, 2016).

- De los datos del propietario se dedujo dónde vivía el animal. Para el estudio solo se tuvieron en cuenta los que eran mantenidos en la ciudad de Madrid.
- Datos del animal.
  - Origen: si era importado de su país de procedencia o nacido en cautividad.
  - Forma de adquisición del animal (siempre que fue posible, datos sobre

criador, ferias, núcleo zoológico de venta e importador, si procedía).

- Fecha de adquisición: tiempo que llevaba con el propietario.
  - Especie.
  - Edad.
  - Pesos: el determinado en la clínica, y datos anteriores que poseía el propietario.
  - Sexo: en el caso de *Chamaeleo calyptratus* desde el nacimiento y en *Furcifer pardalis*, si era posible, por tamaño.
  - Frecuencia de muda, tipo y frecuencia de ingesta de comida y suplementos y características y frecuencia de defecaciones
- Entorno artificial:
    - Instalación: dimensiones, estructura, tipo de ventilación y situación de la misma. Localización del terrario en el domicilio.
    - Iluminación: tipo y marca de fuente de iluminación, vatios, fotoperiodo, frecuencia de renovación de la fuente de luz, localización en la instalación y tipo de pantalla.
    - Temperatura: tipo de sistema de fuente térmica. Máximas y mínimas, diurnas y nocturnas, cambios estacionales. Forma de realizar las mediciones.
    - Aporte hídrico: tanto humedad ambiental (medida como humedad relativa), como agua para ingesta. Sistema utilizado.
    - Enriquecimiento ambiental: pantallas visuales, tipo de sustrato, elementos de decoración (plantas, ramas, etc.).
    - Alimentación: tipo y nutrición de la presa, frecuencia, suplementos minerales y vitaminas (marca, frecuencia y cantidad administrada).
    - Limpieza de la instalación: frecuencia y producto utilizado.
  - Comportamiento en el entorno artificial, incluyendo las variaciones de color.

### 3.3.2. Exploración

Para evaluar al animal se tuvo en cuenta el estrés producido por el transporte y las condiciones climáticas durante el desplazamiento. Para estandarizar las observaciones realizadas, se mantuvo el entorno de exploración entre 24-26°C.

La exploración se realizó de forma pormenorizada y sistemática, adaptada a este grupo zoológico y sus particularidades anatómicas (Álvarez Carrión, 2016), incluyendo:

### 3.3.2.1. Observación

Daba comienzo antes de sacar al animal del trasportín o, si su estado de salud lo permitía, tras colocarlo sobre una rama, y continúa mientras se estaba completando el protocolo de anamnesis, aunque este tiempo de observación se adaptó a cada individuo y su clínica. Esto permitió realizar las valoraciones del comportamiento y del color, y los cambios de ambos cuando nos acercamos.

Después, al sujetarlo, se revaloraron las variaciones de tono y librea, y al colocar al camaleón sobre una mano o un brazo, se apreció su comportamiento, deambulación y fuerza de agarre (Figura 33).



Figura 33: Observación y valoración.  
*Furcifer pardalis* hembra.

### 3.3.2.2. Peso del animal

Se determinó de la forma más exacta posible. En muchas ocasiones se requirieron básculas de precisión en pacientes neonatos (pesos de unos 1.5-2.5g) o juveniles. El proceso de pesaje sirvió también para valorar la respuesta del animal ante la manipulación (Figura 34 y 35).



Figura 34: Actitud de vigilancia en el momento del pesaje.  
*Furcifer pardalis* macho.



Figura 35: Cambios de actitud.

*Furcifer pardalis* macho: al acercar la mano para sujetarlo se aprecia cambio de actitud, volviéndose agresiva-defensiva, balanceando el cuerpo, con cambio de coloración, exposición de mucosa bucal y, en muchas ocasiones, acompañado de emisión de sonido.

### 3.3.2.3. Exploración bajo lupa

Permitió apreciar detalles en el tegumento, extremidades, ojos, mucosa cloacal y oral. A veces, al colocar los dedos tras el casco, en la región cervical, el animal realiza la apertura bucal por si solo (Figura 36). Si hay que realizar apertura forzada puede hacerse de dos formas: sujetando por la región cervical con dos dedos y pasando el dedo pulgar e índice por la región labial para proceder a la apertura, o realizando una tracción suave de la región gular, mediante un pellizco en la piel de esa zona, empujando el aparato lingual dorsalmente, y con la otra mano sujetando la zona maxilar (Figura 37).



Figura 36: Apertura voluntaria de boca.

En este caso en un *Furcifer pardalis* macho al realizar la sujeción por la región cervical.



Figura 37: Apertura bucal mediante tracción digital.

Mediante tracción de la piel de la región gular y región maxilar cercana a la región nasal en un *Chamaeleo calyptratus* macho.

#### 3.3.2.4. Palpación

Se debe realizar una sujeción correcta con una mano (Figura 38), para poder explorar con la otra. Permite valorar tamaño, consistencia y contenido de las vísceras de la cavidad celómica del digestivo y del aparato reproductor (folículos y huevos). Con la experiencia necesaria se puede valorar las diferentes fases de activación folicular. En la exploración ósea se valoraron la consistencia, forma y colocación. Se pudo evaluar también la respuesta al dolor.



Figura 38: Sujeción con una mano.

Método que permite disponer de la otra mano para realizar la exploración completa del paciente, en este caso en un *Furcifer pardalis* macho.

#### 3.3.2.5. Auscultación

Se utilizó un fonendoscopio clásico para pacientes neonatos de humana, lo que posibilita disponer de un tamaño pequeño de campana combinado con una buena calidad y sensibilidad acústica, y un fonendoscopio electrónico que permitió amplificar sonidos. Se pudieron explorar sonidos pulmonares en ambos hemitórax. Se emplearon también Doppler y/o pulsioxímetro para valorar la función cardíaca.

Como parte de la valoración del camaleón se incluyeron, de forma rutinaria, pruebas de coprología, principalmente mediante extensión directa con solución salina y/o tinción y métodos de flotación, según recomiendan Wolf *et al.*, (2014).

Para llegar a un diagnóstico, en muchos casos, y como ocurre en otras especies, se realizaron análisis complementarios según la alteración detectada (análisis de sangre, citología, biopsia, pruebas de diagnóstico por imagen, etc.).

### 3.3.3. Datos meteorológicos de Madrid capital

El estudio requirió considerar los datos climatológicos de la ciudad de Madrid, tratando de conocer qué variables del clima exterior podrían influir en el microclima de las instalaciones donde se alberga a los animales. Para ello se siguió la clasificación climática propuesta por Köppen-Geiger (1936), con la única salvedad de que se eligió como límite de temperatura, para separar los climas templados C y D, los 0°C (en lugar de los -3°C utilizados en la clasificación original), conforme propone Essenwanger (2001).

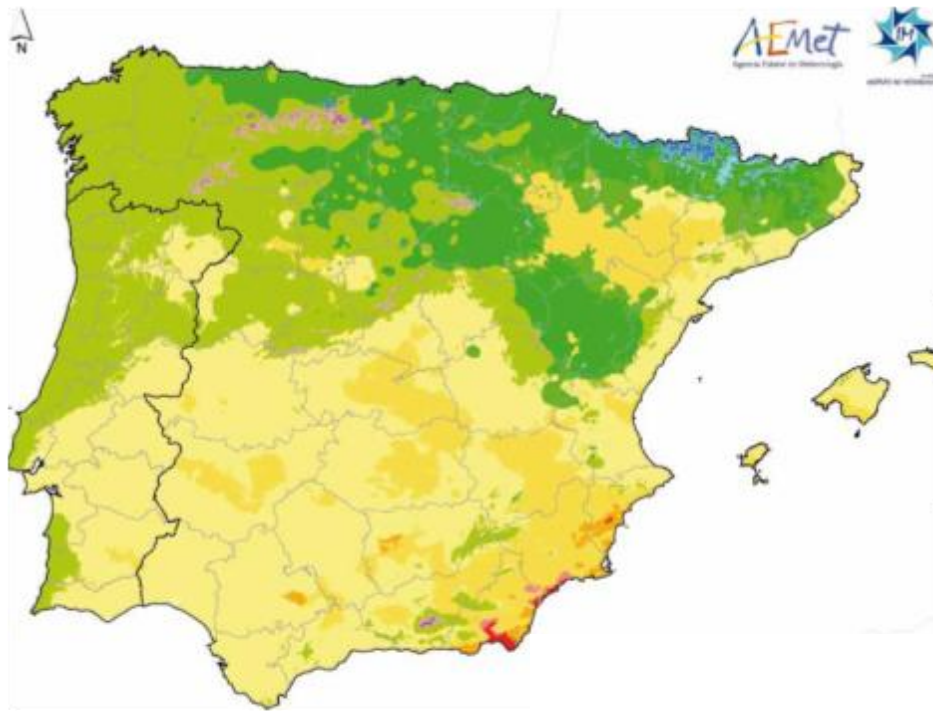


Figura 39: Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares. Adaptado de Atlas climático Ibérico elaborado por el departamento de producción de la AEMET y el Instituto de Meteorología de Portugal.

ET	Dfc	Dfb	Dsc	Dsb	Cfb	Cfa	Csb	Csa	BSk	BSh	BWk	BWh

Esta clasificación nos permitió establecer las diferencias existentes entre las zonas climáticas naturales de estas especies y las que hay en Madrid.

Según estos criterios de clasificación climática (Figura 39) la mayor parte de la Comunidad Autónoma de Madrid tiene un clima de tipo *Csa* (*Clima templado con verano seco y caluroso*), donde la temperatura media del mes más frío está comprendida entre los 0 y 18°C, y la temperatura media del mes más cálido es superior a los 20°C. Sin embargo, por la localización geográfica de la ciudad de Madrid, el clima se encuadra en el tipo *BSk*, (*clima de estepa frío*), con una temperatura media anual generalmente por encima de 18°C y una precipitación media anual entre los 250-500mm. El 70% o más de la precipitación anual se concentran en el semestre otoño-invierno.

Para tener datos más precisos se solicitó información a la AEMET sobre las siguientes variables atmosféricas: temperatura, humedad y presión atmosférica.

La información facilitada fueron los valores diarios durante todo el periodo de estudio de las variables climáticas solicitadas, recogidos en la estación Retiro situada a una altitud de 667 metros, latitud geográfica 340412 (la última cifra indica la orientación: 1 para longitud E y 2 para W) y longitud geográfica 402440.

Los datos, según figura en la documentación proporcionada, son:

- Temperatura máxima y mínima diaria, por meses, expresada en décimas de grado centígrado.
- Humedad relativa expresada en %. Hora de humedad máxima/mínima en horas y minutos.
- Presión atmosférica en hectopascales con decimales. Hora de la presión máxima/mínima en horas enteras (hora entera más próxima al instante en que se registra la presión máxima/mínima).

Se han tenido en cuenta, por las características concretas que tienen las grandes urbes, una serie de peculiaridades en cada variable:

Temperatura ambiental: en los medios urbanos se produce una peculiaridad térmica denominada en meteorología *efecto isla de calor urbano* (Pérez Arrau y Peña n.d.) por el que se produce un incremento térmico en los medios urbanos, principalmente de noche, por almacenar calor durante el día. La contaminación atmosférica urbana conlleva un aumento de la radiación de onda corta que es absorbida y emitida hacia el suelo.

La producción de calor antropogénico, la disminución de la evaporación por la impermeabilidad de las superficies urbanas y la menor pérdida de calor por el viento que se reduce por los edificios; provoca un incremento en la captura de calor por la geometría urbana y una menor pérdida nocturna. Se ha observado que el efecto se incrementa de forma proporcional con el tamaño de la ciudad. Puede llegar a disminuir el período frío del invierno y extender el de verano, adelantando la primavera y retrasando el otoño.

Humedad ambiental: la humedad media anual en el periodo estudiado es del 59%. El mayor déficit hídrico se produce entre junio y septiembre. Los meses más lluviosos son los de abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre. Es una variable íntimamente relacionada con las variaciones de presión atmosférica.

Presión atmosférica: la correlación entre la humedad ambiental y las variaciones de presión atmosférica es directa, cuanto más elevada es la diferencia entre las presiones, más inestabilidad se produce, lo supone un mayor grado de humedad y a la inversa. Los meses más estables son los de verano que son los más secos.

### 3.4. Definición de variables

Se definieron el origen, la especie, el género, la edad (se categorizó como <1 año, 1-3 años y >3 años) y el sexo de los pacientes. Los parámetros del entorno artificial, recopiladas en la anamnesis, se clasificaron en los siguientes apartados: iluminación, temperatura, aporte y control hídrico, enriquecimiento ambiental y alimentación. Y los datos numéricos sobre las variables climáticas proporcionados por la AEMET se expresaron como la media mensual de la temperatura en grados centígrados, la humedad relativa en porcentaje y las presiones atmosféricas calculando la diferencia entre presiones máximas y mínimas medidas en milibares (hectopascales) sin decimales.

Se define como **enfermedad simple** la *nosología* patológica (entendiendo la enfermedad como entidades reconocibles y como proceso con manifestaciones características, y la patología como el estado anormal duradero provocado por una enfermedad) y, para facilitar su exposición y evaluación, son analizadas como entidades únicas y agrupadas por sistemas orgánicos. Se analiza cada grupo mediante la nosología que permite realizar una descripción y sistematización de las enfermedades. Se tuvo en cuenta que, en muchos de los casos estudiados, los cuadros clínicos detectados afectan a más de un sistema y se definen como **enfermedades múltiples**.

Para sistematizar las enfermedades, se adaptó la clasificación de sistemas orgánicos y desórdenes asociados descrita por Girling y Raiti (2004). Se dividen en los siguientes grupos:

- Tegumentarias y oftálmicas (incluidas en este grupo por contabilizar solamente las que afectan a los párpados), incluyendo las de origen bacteriano, fúngico y parasitario, las traumáticas, las quemaduras y los tumores.
- Digestivas, donde se han incluido las queilitis, las enfermedades del cornete dentario, las erosiones rostrales, las estomatitis, las parálisis linguales, las gastritis y enteritis y las parasitosis.
- Óseas.
- Reproductivas, tanto en machos como en hembras.
- Respiratorias, subdivididas en las de origen bacteriano y parasitario.
- Renales, incluyendo tanto las enfermedades renales primarias, como la gota.
- Alimentarias, centradas en las hipovitaminosis A y E, la obesidad, la emaciación y las intoxicaciones.

### 3.5.Métodos

Los métodos de recolección de información que se han utilizado fueron la triangulación de la información teórica y empírica analizada, mediante variables cualitativas, cuantitativas y gráficas.

- Análisis de los historiales clínicos sistematizados donde se incluyeron las variables recopiladas mediante la anamnesis y la exploración, y las enfermedades simples y múltiples detectadas en los casos estudiados.

Se aporta material gráfico (fotografías y radiografías, referidas como Figuras) que fue realizado por la autora en el centro veterinario *Camaleon*, y posee su propiedad intelectual, excepto la figura 8 (autoría Eladio Javier Santana Amaro), y las figuras: 2, 15, 16, 24, 25, 26, 29, 31 y las fotografías situadas a la derecha de las Figuras 3 y 40 (autoría David Sabaté Poncela), de los que se tiene consentimiento para utilizarlas. Las radiografías aportadas fueron realizadas con un equipamiento analógico, utilizando como material radiológico películas y chasis de mamografía, con revelado automático, que permitieron una definición y valoración al detalle de alteraciones radiológicamente relevantes.

- Confrontación de las observaciones clínicas, los parámetros ambientales de la instalación y las variables meteorológicas proporcionadas por la AEMET.
- Análisis estadístico, realizado mediante estadística descriptiva para organizar y clasificar los indicadores cuantitativos obtenidos, tablas de distribución de frecuencias y gráficos. Y análisis inferenciales, que se hicieron en el 95% de intervalo de confianza con SPSS avanzado modelos TM 15.0 (*SPSS Inc. Chicago*). El Chi cuadrado ( $X^2$ ) o pruebas exactas de Fisher fueron utilizadas para la comparación entre proporciones. La razón de posibilidades (“Odds ratio”) se usó como medida de asociación en la comparación entre enfermedades.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



#### 4.1. Análisis cuantitativo de los casos

En el periodo de estudio se revisaron a nivel clínico 738 *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*. De ellos, se excluyeron 193 por no cumplir los criterios de inclusión como *caso*, definiéndolos como los animales revisados a nivel clínico, que presentaron cualquier alteración o enfermedad y que estuvieron mantenidos en cautividad en la ciudad de Madrid durante el periodo de investigación (1 de enero de 2005 al 31 de diciembre de 2009). Por lo tanto, los *casos* incluidos en el estudio fueron 545.

Los datos extraídos de los *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* que pasaron por consulta en el periodo de estudio, se recopilaron aplicando los protocolos de recogida de datos que se han expuesto en el apartado de material y métodos.

Tabla 8: Camaleones revisados y casos incluidos.

Total de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* revisados en el periodo de estudio y los incluidos en el estudio como *casos*, con las frecuencias correspondientes

INDIVIDUOS REVISADOS	NÚMERO DE INDIVIDUOS	CASOS RESPECTO A REVISADOS	
		Nº de Casos	Frecuencia (%)
<b>Total</b>	738	545	73.8%
<b>Total ♂</b>	487	362	74.3%
<b>Total ♀</b>	251	183	72.9%
<b><i>Chamaeleo calyptratus</i></b>	494	374	75.7%
♂	329	242	73.6%
♀	165	132	80%
<b><i>Furcifer pardalis</i></b>	244	171	70.1%
♂	158	120	75.9%
♀	86	51	59.3%

En la Tabla 8, cabe destacar que la frecuencia de *casos* era muy elevada, especialmente en hembras de *Chamaeleo calyptratus*.

Fue reseñable el bajo porcentaje en hembras de *Furcifer pardalis*, siendo mucho menor que las otras frecuencias de la serie.

En cuanto a la distribución de frecuencias por especie, se apreció que era mayor en *Chamaeleo calyptratus*. Por sexos, en *Chamaeleo calyptratus* existió una mayor frecuencia en hembras, mientras que en *Furcifer pardalis* era mayor en machos.

De los 545 *casos* que fueron incluidos en el estudio, se detalla a continuación el número de machos y hembras, y las frecuencias por edad, especie y sexo (Tabla 9).

Todos fueron *casos* individuales (cada individuo solamente dio lugar a un *caso*), salvo 7: 4 *Chamaeleo calyptratus* machos y 3 *Furcifer pardalis* machos, en los que se presentaron, en distintos años y estaciones, varias enfermedades. Cuatro de los siete individuos alcanzaron los cinco años de edad, dos los cinco años y uno, los seis años

Tabla 9: Número total de casos, por sexo, origen y especie.  
Frecuencia en cada grupo.

DISTRIBUCIÓN DE CASOS	NÚMERO DE CASOS	FRECUENCIA (%)
TOTALES	545	100%
POR SEXO		
♂	362	66.4%
♀	183	33.6%
POR EDAD		
<1 año	284	52.1%
1 -3 años	236	43.3%
>3 años	25	4.6%
POR ESPECIE Y SEXO		
<i>Chamaeleo calyptratus</i>	374	68.6%
♂	242	64.7%
♀	132	35.3%
<i>Furcifer pardalis</i>	171	31.4%
♂	120	70.2%
♀	51	29.8%

Analizando los datos de *casos*, se observó un recuento mucho mayor de *Chamaeleo calyptratus* (374) que de *Furcifer pardalis* (171) y que la frecuencia mayor correspondía a los machos, en el total de casos y por especie (Tabla 9). La frecuencia fue mayor en machos, aunque se tuvo en cuenta que eran los que llegaron en mayor número a la clínica. Por edades se constató una mayor frecuencia en el primer año de vida, teniendo en cuenta que el mayor número de animales comercializados suelen ser de edades juveniles. La especie *Chamaeleo calyptratus* tuvo mayor frecuencia de casos que *Furcifer pardalis*.

Los *casos* recopilados en el periodo de estudio, tuvieron una frecuencia diferente según el año (Tabla 10).

Tabla 10: Número de casos y frecuencia en cada año de estudio.

Nº DE CASOS	AÑO				
	2005	2006	2007	2008	2009
Total	120	79	134	100	112
Frecuencia	22%	14.5%	24.6%	18.3%	20.6%
CASOS POR ESPECIE Y SEXO					
<i>Chamaeleo calyptratus</i>	♂ 66 ♀ 27	♂ 31 ♀ 20	♂ 60 ♀ 29	♂ 39 ♀ 32	♂ 46 ♀ 34
Frecuencia	93 (75.5%)	51 (64.5%)	89 (66.4%)	61 (61%)	80 (71.4%)
<i>Furcifer pardalis</i>	♂ 19 ♀ 8	♂ 13 ♀ 15	♂ 33 ♀ 12	♂ 30 ♀ 9	♂ 25 ♀ 7
Frecuencia	27 (22.5%)	28 (35.5%)	45 (33.5%)	39 (39%)	32 (28.5%)

Cuando se realizó la comparativa entre ellos, se apreció que en los años 2005 y 2007 eran los años en que existe un mayor número de *casos*. Y viendo la distribución de *casos* entre especies y sexos, en los citados años, el número de *casos* en *Chamaeleo calyptratus* fue mayor y en 2007 en *Furcifer pardalis*.

Todas estas variaciones podían responder a cambios de la oferta y demanda del mercado de comercialización de ambas especies, pero no se dispusieron de datos oficiales ni estimativos para confirmarlo.

## 4.2. Análisis cuantitativo de las enfermedades simples y múltiples

Para facilitar la exposición y evaluación de las alteraciones y enfermedades, y permitir una valoración de la frecuencia de aparición, se agruparon por sistemas. Se tuvo en cuenta que en la mayoría de los casos registrados durante la investigación, el cuadro clínico es múltiple.

En la Tabla 11 se expusieron los datos de frecuencia de aparición de enfermedad simple para cada una de las especies y sexos.

Tabla 11: Resumen de frecuencia de aparición de enfermedades simples por sistemas, especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp *Furcifer pardalis*

ENFERMEDAD SIMPLE	FRECUENCIA % Por especie y sexo					
	Cc*		Fp*		Total	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Tegumentarias y oftálmicas	<b>40.4%</b>		<b>56.7%</b>		<b>45.5%</b>	
	50.4%	22%	65.8%	35.3%	55.5%	25.7%
Digestivas	<b>61.5%</b>		<b>64.3%</b>		<b>62.4%</b>	
	69%	47.7%	69.1%	52.9%	69%	49.2%
Óseas	<b>19.3%</b>		<b>6.4%</b>		<b>15%</b>	
	18.6%	20.5%	4.2%	11.8%	13.8%	18%
Reproductivas	<b>17.3%</b>		<b>9.9%</b>		<b>15%</b>	
	0.8%	47.7%	2.5%	27.5%	1.7%	43.2%
Respiratorias	<b>10.4%</b>		<b>3.5%</b>		<b>8.2%</b>	
	9.9%	11.3%	3.3%	3.9%	7.7%	9.3%
Renales	<b>39.8%</b>		<b>27.5%</b>		<b>36%</b>	
	39.7%	40.2%	23.3%	37.3%	34.3%	39.3%
Alimentarias	<b>2.4%</b>		<b>0</b>		<b>2.4%</b>	
	2.9%	1.5%	0	0	1.9%	1%
Parasitarias	<b>15%</b>		<b>9.9%</b>		<b>13.4%</b>	
	13.2%	18.2%	9.2%	11.8%	11.9%	16.4%

Analizando el orden de frecuencia de aparición de enfermedades simples por especie (Tabla 11) se observó que en ambas, la mayor frecuencia se da en las digestivas, seguidas por las tegumentarias y oftálmicas, y renales. En *Chamaeleo calyptratus*, eran seguidas por las óseas, reproductivas, parasitarias y alimentarias, mientras que en *Furcifer pardalis* lo fueron por las reproductivas y parasitarias (con la misma frecuencia), óseas y alimentarias.

Por especie, *Chamaeleo calyptratus* era la que tenía mayores frecuencias, en general, excepto en las digestivas (un 2.8% menos) y en las tegumentarias y oftálmicas (un 16.3% menos). Por sexos, se observó que los machos tenían mayores frecuencias en digestivas (un 19.8% más), tegumentarias y oftálmicas (un 29.8% más) y alimentarias (un 0.9% más) y las hembras en las demás (destacando una diferencia del 41.5% en las reproductivas).

Se constató en el estudio que las enfermedades agrupadas en digestivas (62.4%), tegumentarias y oftálmicas (45.5%) y renales (36%) eran, claramente, las más frecuentes.

En la Tabla 12 se expuso el número y frecuencia de *casos* registrados de las enfermedades simples y múltiples, según el número de sistemas afectados y el sexo.

Tabla 12: Enfermedades de un sistema (simples) y múltiples según el número de sistemas afectados y por sexos.

			ENFERMEDADES					
			SIMPLE	MÚLTIPLES				
SEXO			1	2	3	4	5	>5
CASOS FRECUENCIA %	♂	362	122	150	74	11	2	3
			33.7%	41.4%	20.5%	3%	0.6%	0.8%
	♀	183	65	70	32	14	1	1
			35.5%	38.3%	17.5%	7.7%	0.5%	0.5%
	Total	545	187	220	106	25	3	4
			34.3%	40.4%	19.4%	4.6%	0.6%	0.7%

Se observó que, en el total de *casos*, las enfermedades más frecuentes eran las que afectan a dos sistemas (40.4%), seguidas de las simples (34.3%). La suma de las que afectan a tres o más sistemas representaron, aproximadamente, la cuarta parte del total (25.3%). En *Chamaeleo calyptratus* se apreció una mayor frecuencia de enfermedad múltiple que en *Furcifer pardalis* ( $\chi^2=8.633$ ;  $p<0.05$ ) (Tabla 13).

Tabla 13: Enfermedades de un sistema (simples) y múltiples por especie.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*

			ENFERMEDADES			
			SIMPLE		MÚLTIPLES	
ESPECIE			1	De 2 a >5		
CASOS FRECUENCIA %	Cc*	374	113	30.2%	261	69.8%
	Fp*	171	74	43.3%	97	56.7%
	Total	545	187	34.3%	358	65.7%

:

### **4.3. Análisis cualitativo y cuantitativo de las enfermedades y sus asociaciones**

#### **4.3.1. Consideraciones generales**

Existen dos síntomas, generalmente constantes, en los camaleones enfermos estudiados. Se trata de las variaciones del color y los procesos de disecdisis. No se cuantificaron de forma independiente, pero sí se analizaron con detalle por su relevancia como indicador de anomalías.

##### **4.3.1.1. Valoración del color**

Incluimos, como parte de la valoración y el diagnóstico de enfermedades en los camaleones, su capacidad de cambio de color, tonalidad y brillo de la piel.

Las alteraciones en las libreas de color ofrecen muchos datos sobre el animal, tal y como puede verse en la Tabla 3 (Nečas 2004b) y en la Figura 11. Aunque puede ser considerada una interpretación muy subjetiva, coincide en gran medida con las observaciones realizadas en la práctica clínica (observación personal).

No solo se consideraron en el estudio los colores exhibidos, sino también el brillo y el contraste. Se observó que un déficit en el color y la incapacidad de realizar variaciones fisiológicas, pueden estar determinados por múltiples factores ambientales que, individualmente o en conjunto, no permitan o dificulten un desarrollo correcto de los mecanismos y comportamientos de termorregulación y de otros aspectos etológicos. Así, se ha podido observar:

- Estructura de la instalación, que no permita desarrollar adecuadamente los comportamientos etológicos y ecológicos requeridos.
- Inadecuada calidad y cantidad de radiación de la fuente de iluminación.
- Focos caloríficos que no propicien el gradiente térmico adecuado o que emitan luz roja, porque dificultan el reconocimiento del hábitat.
- Elementos de enriquecimiento ambiental inadecuados, especialmente vegetación (por tipo de planta o por densidad vegetal) y elementos que no permitan la deambulación adecuada del animal (lianas y ramas, además de las plantas).

Existen diferencias según la especie y la fase de desarrollo. En los estadios subadulto y adulto comienzan a exhibir su amplia gama de libreas, siendo más marcadas en fases adultas, y principalmente en los machos como señala Nečas 2004a (Figura 40).

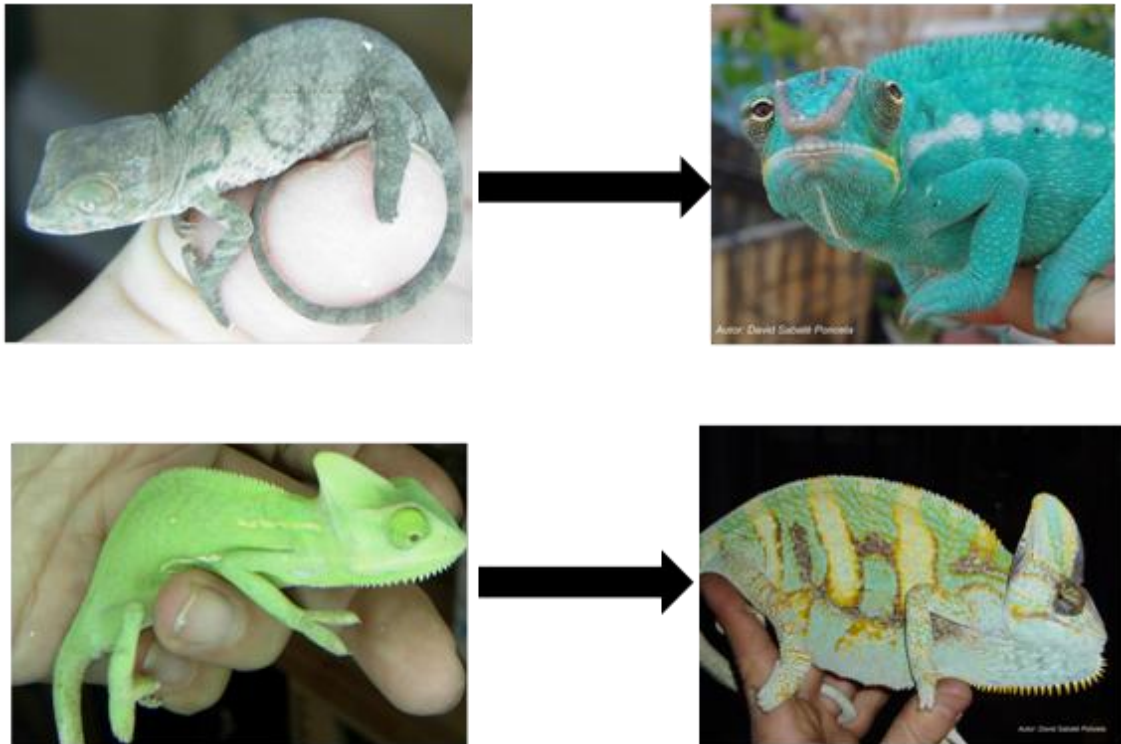


Figura 40: Fases de desarrollo.

Variaciones de libreas de color según la fase de desarrollo en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* machos.

Al igual que otros reptiles, los camaleones tienen como fondo de la piel el color verde, debido a una capa de pigmento amarillo sobre uno azul, con cantidades variables de melanina (Saenko *et al.*, 2013; Teyssier *et al.*, 2015). La pteridina, la melanina y los nanocristales de guanina se producen en la piel, mientras que los carotenoides se obtienen a través de la dieta (Fox, 1976), por lo que una disminución de la pigmentación amarilla puede ser atribuida a una deficiencia nutricional o a alteraciones en la absorción, el metabolismo o el transporte a la piel de los carotenoides (Parker 1996), hechos relevantes que se han tenido en cuenta cuando se valoraron los datos de la nutrición de las presas y el aporte de suplementos vitamínicos.

Para estimar la anomalía se han de valorar las coloraciones que exhiben en su terrario y la respuesta a estímulos, internos y externos, mediante respuestas activas y pasivas del animal.

Las enfermedades van a producir alteraciones en el comportamiento y la librea. El animal tratará de mantenerse más tiempo en las zonas más calientes del terrario para conseguir incrementar su temperatura corporal. Es lo que se podría denominar como *fiebre comportamental* (Vaughn *et al.*, 1974; Kluger, 1979b; Cabanac y Bernieri, 2000); el animal muestra tonalidades oscuras en todo el cuerpo o en las zonas donde se requiere el incremento térmico.

Cuando los cromatóforos y los elementos estructurales de la piel pierden la capacidad de cambio de color y tonalidad, los animales aparecen pálidos (Figura 41). Hemos observado que las zonas de piel que han sufrido un traumatismo o roce suelen tornarse oscuras, que las soluciones de continuidad, por disminución del aporte sanguíneo o alteraciones en la

inervación provocan, en cambio, zonas pálidas, y que las lesiones cutáneas y los ectoparásitos dan una coloración oscura, en forma de manchas negras. En las enfermedades sistémicas se pueden observar cambios de coloración en las zonas afectadas (Figura 42).



Figura 41: Variaciones de color patológicas (a).

*Chamaeleo calyptratus* macho, sufre una deshidratación severa y una alteración digestiva crónica que ha provocado la pérdida de capacidad de cambio de color, disminución de brillo y contraste. Su postura es anormal (decúbito lateral) y presenta incapacidad para enroscar la cola.



Figura 42: Variaciones de color patológicas (b).

*Chamaeleo calyptratus* juvenil. Delgado y deshidratado, con lesiones en tercio posterior en la base de la cola y extremidades posteriores, que se observan oscuras, y en la zona de proyección renal, con tonalidad clara. Se observa la cola extendida y sin capacidad de enroscarse.

*Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* exhiben libreas -que denominamos *coloración de estrés*- en cuanto nos acercamos a ellos y, sobre todo, al ser manipulados para su exploración. Hemos observado que son más intensas en machos adultos, especialmente en *Chamaeleo calyptratus*, que adquieren tonalidades semejantes a las que exhibe en el enfrentamiento macho-macho o defensa de territorio. Se han de tener en cuenta las libreas fisiológicas de cada especie según sexo, estado de actividad reproductiva y desarrollo (ver Características de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*). El enroscado de su cola y la fuerza de agarre de la misma son otro dato a tener en cuenta en su valoración clínica.

Cuando un animal está en tratamiento, las variaciones en posturas, colores, y brillo de su piel nos ofrecen datos no solo de su estado clínico, sino de su evolución (Figuras 43 y 44).



Figura 43: Evolución clínica y color.

Fotografía de la izquierda. Evolución de un *Furcifer pardalis* macho en régimen de hospitalización por una reacción alérgica de origen iatrogénico. Se aprecia decaimiento del animal, deshidratación y coloración anómala con respuesta irregular de los cromatóforos. Fotografía de la derecha. Tras siete horas de tratamiento y ubicación en terrario con los parámetros ambientales adecuados (principalmente calidad y cantidad de radiación de iluminación artificial, temperatura y aporte hídrico ambiental y oral necesario para la especie), el paciente recupera la hidratación, fuerza de agarre, actitud y color y respuesta a estímulos fisiológicos.

#### 4.3.1.2. Disecdisis

La ecdisis periódica en reptiles es un proceso fisiológico, que proporciona datos sobre su estado de salud, estando influenciada por factores externos (del entorno) e internos (del animal) (Rossi 1996; Cooper 2006 Perry *et al.*, 2016). La frecuencia y forma de muda varía con la edad y según la especie.

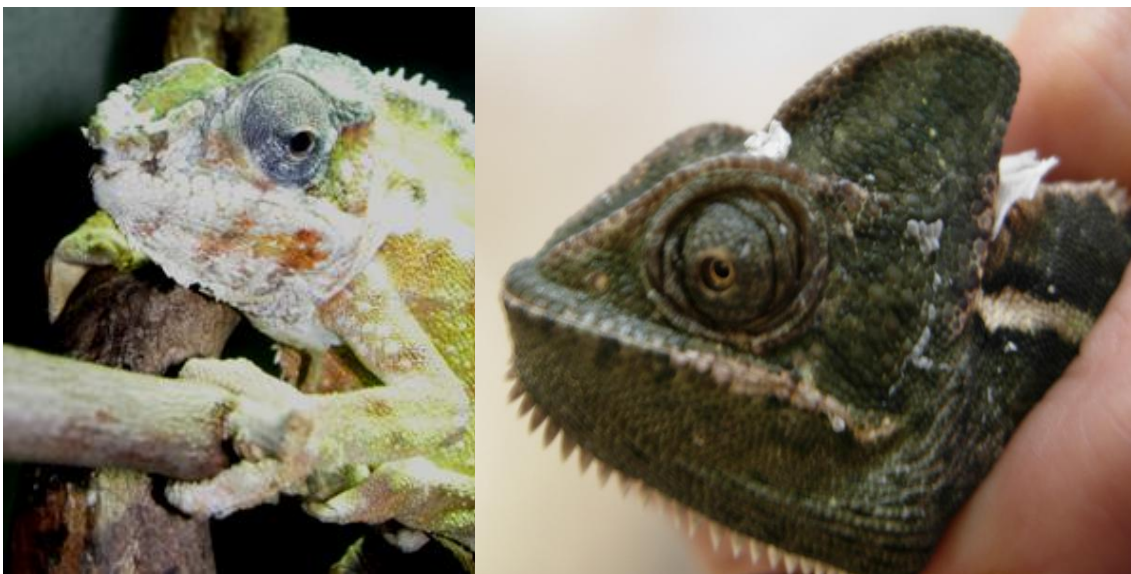


Figura 44: Disecdisis (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho. Disecdisis generalizada. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* hembra. Disecdisis localizada. Ambos con deshidratación.



Figura 45: Disecdisis (b).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* con disecdisis en región dorsal. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* con disecdisis completa.

En *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, como en otros saurios, es fisiológico que los neonatos o juveniles tengan una mayor frecuencia de muda que los adultos (Rossi 1996; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016). Se constató en el tiempo de estudio que se producía un cambio de color y pérdida de tono en toda la superficie corporal y, en cuestión de horas, el animal mudó al completo, mientras que en subadultos, y aún más en adultos, el cambio de color y brillo de la piel la realizan por zonas corporales y tardan más tiempo en efectuar la ecdisis completa. En ello influyen el estado nutricional, los factores climáticos (principalmente humedad y temperatura), la actividad reproductiva y el estado de salud. Esto coincide con las afirmaciones generales de varios autores (Rossi 1996; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016). Se observó durante el periodo de estudio que las variaciones estacionales de frecuencia son muy marcadas, existiendo un incremento en primavera y otoño y un descenso en la época invernal.

Nuestros datos indicaron que cuando están afectados por cualquier enfermedad es muy frecuente que presenten disecdisis que, por tanto, no se puede considerar una enfermedad sino, generalmente, el primer síntoma de alteración en un reptil. Se apreciaron retenciones de muda en diferentes zonas corporales o en todo el animal, como ocurre en otros reptiles (Frye 1991b; Rossi 1996; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016) (Figuras 44 y 45). En *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* el incremento o la disminución de la frecuencia de la ecdisis pudo dar datos sobre las alteraciones, no solo tegumentarias sino también de otros sistemas orgánicos, y la disecdisis puede ser a su vez causa predisponente de alteraciones, al igual que describen Frye (1991b), Jacobson (1991), Rossi (1996), Harkewicz (2001), Cooper (2006) y Perry *et al.*, (2016) en otros saurios y en ofidios.

En muchas ocasiones se pudo observar que las alteraciones de ecdisis (calidad de muda, frecuencia y duración), no fueron detectadas por las personas que mantienen en cautividad los camaleones hasta que no se sumó algún otro síntoma de enfermedad en el animal. Por ello, en las frecuencias detectadas de enfermedades, pudo advertirse cierta desviación de los datos ya que no se incluyeron todas las disecdisis que probablemente existieron en el animal, pese a haber mantenido una estrecha relación informativa con los propietarios.

A la hora de analizar las causas de disecdisis, la primera debe ser valorar los rangos térmicos y el aporte hídrico (Rossi 1996; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016).

Los problemas con el control hídrico fueron la causa más frecuente de la aparición de este síntoma de alteración en el animal. Se constató durante el estudio, que para mantener un grado de hidratación idóneo del animal, era imprescindible el control correcto y adecuado según la especie, de la humedad ambiental mediante la medición del porcentaje de humedad relativa en la instalación y del gradiente térmico para preservar las variaciones diarias y estacionales especie-específicas. Ambos parámetros relacionados de forma muy estrecha con el grado y colocación de la ventilación y el enriquecimiento ambiental de la instalación.

#### 4.3.2. Enfermedades

Del total de enfermedades detectadas (1076), las enfermedades simples supusieron el 34.3% (369). La mayoría de los cuadros clínicos detectados fueron múltiples (707), siendo el 65.7%, dentro de los cuales se incluyeron los de 2 enfermedades que eran la mayoría (435), seguidos de los de 3 enfermedades (209), los de 4 (50), los de más de 5 (7) y por último los de 5 enfermedades (6).

Las enfermedades se cuantificaron tomando como referencia la enfermedad primaria o la más relevante dentro del cuadro clínico que presentaba cada *caso* en el momento de ser estudiado. En cada apartado se cuantificaron las asociaciones de enfermedades detectadas por especie y sexo.

Las originadas por ectoparásitos se han incluido en enfermedades tegumentarias y oftálmicas, y los endoparásitos en digestivas y respiratorias. Las causas de alteraciones neurológicas más habituales en reptiles según Keeble (2004) y Tully (2016) son las metabólicas y nutricionales. Se pudieron apreciar signos de este tipo en un 15.9% del total de casos evaluados

##### 4.3.2.1. Tegumentarias y oftálmicas

Cabe destacar que solo se incluyeron dentro de las alteraciones oftálmicas las que involucraron a los párpados y, por ello, se agruparon con las demás alteraciones cutáneas. De los 545 casos registrados, 248 sufrían alguna de estas alteraciones (frecuencia 45.5%), solas o junto con afecciones de otros sistemas orgánicos (Tabla 14).

Tabla 14: Número y frecuencia de enfermedades tegumentarias y oftálmicas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 197				
Totales	248	1	2	3	4	5	>5
TEGUMENTARIAS Y OFTÁLMICAS		51	145	35	17	-	-
FRECUENCIA %			58.5%	14.1%	6.8%	-	-
		20.6%	79.4%				

La mayoría de las presentaciones fueron cuadros múltiples con 2 enfermedades, seguidos de los cuadros simples cutáneos, y los de asociaciones de 3 y 4 enfermedades.

En la Tabla 15, se observó que existía una mayor frecuencia (16.3% más) de enfermedades tegumentarias en *Furcifer pardalis* ( $\chi^2= 13.140$ ;  $p<0.05$ ). Esto podría ser debido a que su requerimiento de humedad ambiental es más alto que el de *Chamaeleo calyptratus* (Nečas 2004b, c) y a las deficiencias detectadas en el aporte hídrico en el 99% de los casos.

Se pudo apreciar una notable diferencia de la frecuencia entre sexos (29.8%), siendo mayor en los machos ( $\chi^2= 42,884$ ;  $p<0.05$ ). Además, esta diferencia entre sexos era más alta en *Furcifer pardalis* (30.5%) que en *Chamaeleo calyptratus* (28.4%). En ambas especies, el riesgo de enfermedad tegumentaria fue mayor en machos que en hembras.

Tabla 15: Número de casos de enfermedades tegumentarias y oftálmicas, frecuencias por especie y sexo  
\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE		CASOS		CASOS DE ENFERMEDADES TEGUMENTARIAS Y OFTÁLMICAS				FRECUENCIA %	
♂		362		201				55.5%	
♀		183		47				25.7%	
<b>Cc*</b>		374		151				40.4%	
♂	♀	242	132	122	29		50.4%	22%	
<b>Fp</b>		171		97				56.7%	
♂	♀	120	51	79	18		65.8%	35.3%	

Tabla 16: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.  
\*Abreviaturas: Cc *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO	ENFERMEDADES								
	SIMPLE		MÚLTIPLES 197						
	1	2	3	4	5	6	7	8	
♂ 201	41	117	29	14					
FRECUENCIA %	20.4%	58.2%	14.4%	7%					
♀ 47	10	28	6	3					
FRECUENCIA %	21.3%	59.6%	12.8%	6.3%					
Cc 151	23	92	22	14					
FRECUENCIA %	15.2%	60.9%	14.6%	9.3%					
♂ 122	♀ 29	16	7	76	16	18	4	12	2
FRECUENCIA %		13.1%	24.1%	62.3%	55.2%	14.8%	13.8%	9.8%	6.9%
Fp 97		28	53	13	3				
FRECUENCIA %		29%	54.6%	13.4%	3%				
♂ 79	♀ 18	25	3	41	12	11	2	2	1
FRECUENCIA %		31.6%	16.7%	52%	66.7%	13.9%	11.1%	2.5%	5.5%

En la Tabla 16 se muestra la distribución entre especies y sexos, de las enfermedades tegumentarias y oftálmicas como entidades simples o formando parte de cuadros múltiples.

Las asociaciones de enfermedades que más habitualmente se detectaron fueron las de 2 enfermedades. Entre especies no se apreciaron diferencias relevantes. Entre sexos si se observaron diferencias. En el caso de los machos, en el 83.8% fueron tegumentarias y oftálmicas con digestivas, y en las hembras el 64.3% fueron tegumentarias y oftálmicas con reproductivas.

En las de 3 enfermedades conjuntas, en ambos sexos, se añadían procesos renales y gota articular, a las digestivas y reproductivas ya mencionadas en machos y hembras respectivamente. En las asociaciones con 4 enfermedades, se sumaron las enfermedades óseas, osteolisis, en el 76.4% de los casos.

#### 4.3.2.1.1. Infecciones tegumentarias bacterianas

Suponen un 13% (32 casos) de las alteraciones tegumentarias. De los 32 casos, 3 fueron exclusivamente tegumentarios y 29 múltiples, de los cuales 25 fueron asociaciones de 2 enfermedades y en 4 casos de 3 enfermedades. Suelen aislarse: *Pasteurella* spp., *Proteus* spp., *Providencia* spp., *Pseudomonas* spp. y *Salmonella* spp., al igual que describen varios autores (Rossi 1996; Fraser y Girling 2004; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016) en otros reptiles.

Se observó que la causa inicial solía ser un trauma (93.7%), por lo que se analizaron, de una forma pormenorizada, los elementos de decoración de la instalación y el modo de construcción de la misma (rejillas mal rematadas y troncos con irregularidades erosivas). En muchas ocasiones, cuando el animal va a realizar una ecdisis se ayuda frotando su cuerpo contra elementos del terrario, siendo esta la causa más frecuente del traumatismo inicial previo al proceso infeccioso. A ello se sumaron deficiencias en la limpieza de la instalación.

Las acumulaciones de material piógeno, formando o no abscesos, pueden aparecer en cualquier región corporal. En los casos donde se ha podido realizar un estudio microbiológico, las bacterias que con más frecuencia (90.6%) estaban involucradas en estos procesos en camaleones son *Pseudomonas* spp. y *Salmonella* spp., llegando esta última a poder afectar a las articulaciones y provocar osteomielitis (Fraser y Girling 2004; Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016).

En el estudio constató que en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, las lesiones solían aparecer con más frecuencia en la región frontal, entre las crestas rostrales (25 casos, supone el 78.1%) (Figura 46, fotografía de la izquierda) y este tipo de lesiones pueden estar correlacionadas con estructuras glandulares. Aunque se considera que los camaleones tienen el órgano parietal y la glándula pineal poco desarrollados (Schmidt 1909; Quay 1979; Anderson y Higham 2014), estas lesiones, por su localización, pueden sugerir que el denominado *punto parietal*, visible entre otros géneros en *Chamaeleo* y *Furcifer*, debe ser tenido en cuenta y que sus lesiones pueden alterar la capacidad de percepción de luz o energía

calorífica por parte del animal afectado, funciones que se sospecha que realiza en individuos neonatos (Schmidt 1909; Gundy y Wurst 1976; Anderson y Higham 2014).



Figura 46: Tegumentarias bacterianas (a).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* macho adulto: absceso en región frontal entre las crestas rostrales y blefaritis. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus*, macho juvenil con lesiones pares sobre los senos nasales y afectación palpebral.

En otros pacientes (4 de los 25 casos), respondieron a afecciones oculares (Figura 46, fotografía de la derecha), implicando los senos nasales y existiendo el riesgo de evolucionar a osteomielitis.

Se ha podido observar que en los animales con este tipo de lesiones, es frecuente que exista correlación con estomatitis, dado el tamaño de los globos oculares y su relación estrecha con el techo de la cavidad bucal. Se diagnosticaron en el 76% (19 de los 25 casos).

Otra de las manifestaciones asociadas que se han registrado dentro de este grupo de alteraciones tegumentarias es la aparición de abscesos subcutáneos en la región de la cola, en el 34.4% (Figura 47). En el 54,4% de los casos fueron lesiones múltiples y estaban correlacionadas con alteraciones sistémicas.



Figura 47: Tegumentarias bacterianas (b).

*Chamaeleo calyptratus*, macho adulto. Lesiones en la región lateral de la cola, compuestas por abscesos múltiples.

Al ser zigodáctilos, en 15 casos, que supusieron el 46.9%, se observaron lesiones en las pinzas (Figura 48), en lugar de las lesiones típicas falangianas que aparecen en otros saurios (Eatwel 2010; Perry *et al.*, 2016).



Figura 48: Tegumentarias bacterianas (c).  
*Furcifer pardalis* macho. Fistulización de lesión con salida de material piógeno.

Frecuentemente encontramos que la alteración se inició como una decoloración de la piel, casi imperceptible inicialmente, y el proceso evolucionó a la formación de material piógeno bajo la piel, que llegó a fistulizar en algunos casos (6). Este tipo de procesos provocaron que el animal tuviera problemas de deambulación, lo que le dificultaba realizar un comportamiento adecuado de termorregulación y de búsqueda y captura de presas.

El material piógeno de los reptiles es caseoso y tiene una alta capacidad de osteolisis, por lo que en lesiones antiguas, de forma independiente a la localización, se han observado procesos óseos secundarios al proceso bacteriano (12.5%).

#### 4.3.2.1.2. Infecciones tegumentarias fúngicas

Supusieron un 6% (15 casos) de las alteraciones del tegumento. De los 15 casos, 3 fueron solo con afección cutánea y 12 múltiples (6 afectando a dos sistemas y 6 a tres sistemas orgánicos).

En diversas investigaciones se han ido identificando nuevas especies de hongos, muy posiblemente especie-específicas, que pueden provocar este tipo de dermatitis (Paré *et al.*, 2006; Singler *et al.*, 2010).

Las causas principales de estas alteraciones, según nuestros datos, eran un control inadecuado del aporte hídrico (por exceso de humedad dentro de la instalación que, generalmente, se relacionó con una ventilación insuficiente del terrario) y las deficiencias en la limpieza del mismo. Estos problemas fueron detectados en los 15 casos evaluados.

Se apreciaron lesiones protuberantes secas en 7 casos (Figura 49, fotografía de la izquierda) o húmedas, en 8 casos (Figura 49, fotografía de la derecha) que solían extenderse relativamente rápido, provocando generalmente un incremento de la frecuencia de ecdisis. Estas lesiones parecían disminuir tras realizarse la muda, por lo que en muchas ocasiones fueron traídos a revisión cuando la infección había progresado mucho, razón por la que en muchos casos (60%) tuvieron un mal pronóstico (Figura 49, fotografía de la derecha).



Figura 49: Tegumentarias fúngicas (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho adulto. Queilitis con hiperqueratosis labial y nasal. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* macho adulto. Queilitis con desarrollo de hiperqueratosis labial, con lesiones húmedas. En muchas ocasiones son infecciones mixtas de bacterias y hongos.

En el caso de la Figura 50, las lesiones podrían recordar a las provocadas por *Chrysosporium ophioidicola*, que ocasiona el denominado *Síndrome de desfiguración facial*, descrito en algunas especies de ofidios por Paré (2014).



Figura 50: Tegumentarias fúngicas (b).

Fotografías de la izquierda y del centro. *Chamaeleo calyptratus* hembra adulta. Hiperqueratosis en región labial, nasal, facial y ocular con afectación de extremidades. Padece Enfermedad Metabólica Ósea. Tiene casi abolida la capacidad de cambio de color. Fotografía inferior de la derecha. Necropsia, donde se observa a nivel digestivo, gonadal y hepático las formaciones granulomatosas. Se sospecha del *Chamaeleomyces granulomatosis*.

Según nuestras observaciones, son menos frecuentes que las bacterianas, pero mucho más agresivas (Álvarez-Carrión, 2016).

El diagnóstico de este tipo de procesos no es sencillo y se sospecha que puedan existir coinfecciones con bacterias, incluyendo las filamentosas, como *Dermabacter*, descrita en *Uromastyx* spp. por Fraser y Girling (2004), que también produce una hiperqueratosis labial marcada como la que se observa en la Figura 49 (fotografía de la izquierda).

Muchas veces el diagnóstico se realizó en base a la respuesta al tratamiento, ya que en los cultivos se pudieron identificar múltiples microorganismos, algunos considerados saprofitos, y ha sido complejo valorar cuál o cuáles son los causantes de las alteraciones.

Aunque Paré (2014) describe alteraciones debidas a hongos con potencial zoonótico, no se aislaron en ninguno de los casos del estudio.

#### 4.3.2.1.3. Parasitosis cutáneas/subcutáneas

Su frecuencia de aparición era menor que otras enfermedades tegumentarias, ha supuesto un 1.2% (3 casos). Los 3 casos manifestaban solo cuadros cutáneos. Durante el periodo de investigación solo se detectó 1 caso de infestación por ácaros (Figura 51), no habiéndose observado con posterioridad aparición de enfermedades vectoriales en el espécimen, que pudieran relacionarse con la parasitosis. Los ácaros no son tan frecuentes como se describen en otros saurios y ofidios por Brotóns (1998), Fraser y Girling (2004), Fitzgerald y Vera (2006) y Perry *et al.*, (2016).

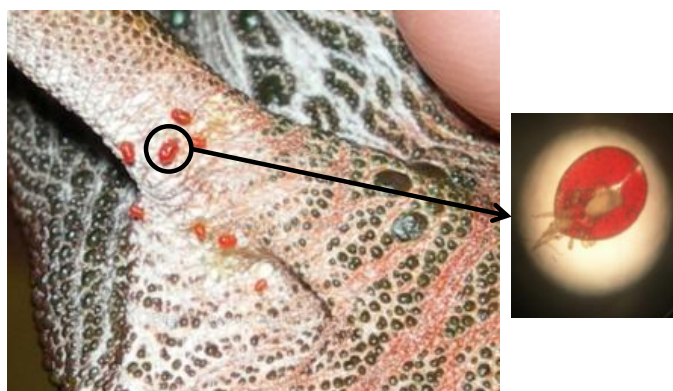


Figura 51: Parasitosis cutáneas (a).  
*Furcifer pardalis* macho con ácaros en región axilar.

En cuanto a las fases migratorias de *Foleyella furcata*, no se vieron afectados por este parásito los animales procedentes de cría en cautividad. Solo se diagnosticaron en 2 casos (Figura 52) y ambos animales procedían de importación. Al contrario de lo que indican Maia *et al.*, (2014), no se han observado infestaciones mixtas de *Foleyella furcata* y *Hepatozoon domerguei* (*Apicomplexa*) u otros hemoparásitos. Suelen ser asintomáticos salvo que exista una carga parasitaria elevada.



Figura 52: Parasitosis cutáneas (b).

Dos *Furcifer pardalis* hembras adultas. Se aprecian en subcutáneo formas lineales que se mueven. Corte en piel para extraer fase migratoria del subcutáneo.

#### 4.3.2.1.4. Lesiones tegumentarias traumáticas

Este tipo de lesiones fueron diagnosticadas en 12 casos, lo que supuso un 4.8% de las enfermedades tegumentarias y oftálmicas. Tenían cuadros múltiples 3 de los casos.

En 5 de los casos se observó que las agresiones intra o interespecíficas fueron la causa de los daños. En muchas ocasiones los machos establecen una jerarquía que puede provocar conflictos más intensos en época de celo, pudiendo aparecer agresiones (Stuart-Fox, 2014). Este comportamiento territorial es más marcado en el caso de *Chamaeleo calyptratus* que en *Furcifer pardalis*, pues probablemente requieren un territorio más amplio del que se les da en las instalaciones habituales (Nečas, 2004c).

En terrarios donde se mantiene más de un espécimen pueden producirse, además, agresiones debidas a la competencia por el alimento, como se pudo observar en 1 caso (Figura 53, fotografía de la izquierda).

Un segundo grupo de causas detectadas fueron las lesiones provocadas por agresiones infringidas por el alimento vivo (3 casos), siendo todos ellos animales afectados por otros procesos clínicos (Figura 53, fotografía de la derecha).



Figura 53: Tegumentarias traumáticas (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* hembra adulta. Lesiones provocadas por la agresión de otro espécimen albergado en la misma instalación. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus*, macho juvenil. Lesión en extremidad anterior derecha en la zona craneal del antebrazo por mordedura de presa. El animal está afectado de Enfermedad Metabólica Ósea, que le dificultaba la deambulacion.

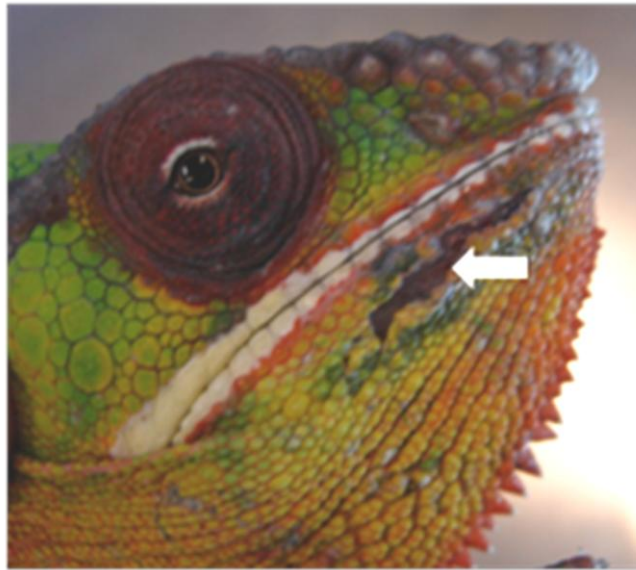


Figura 54: Tegumentarias traumáticas (b).  
*Furcifer pardalis* macho adulto. Solución de continuidad en la región mandibular derecha.

Un tercer grupo estuvo compuesto por las producidas por los elementos de la instalación (rejillas, ramas, etc.). En *Chamaeleo calyptratus* se observaron lesiones por roce, afectando al borde dorsal de la cresta parietal en 3 casos y 1 con afectación en la región mandibular en *Furcifer pardalis* (Figura 54).

Todas estas causas son comunes a las descritas en otros saurios como señalan Fraser y Girling (2004), Mayer y Bradley (2006) y Perry *et al.*, (2016).

#### 4.3.2.1.5. Quemaduras

Se detectaron en un 4.8% (12 casos) de las enfermedades tegumentarias y oftálmicas descritas en el periodo de estudio.

Los camaleones, por su capacidad de trepar, pueden acceder a cualquier zona del terrario y, aunque exista una rejilla de separación entre el elemento radiante y la zona superior de acceso del animal, el control térmico, en todos los casos, no se realizó mediante mediciones precisas que permitieran vigilar que el gradiente térmico fuera el adecuado a la especie.

Se observaron en 2 casos (16.7%) en que existieron zonas con picos térmicos excesivos o sobrecalentamiento de elementos del terrario (rejilla, estructuras de vidrio, etc.), que provocaron la quemadura. Se registraron 2 casos de quemaduras en el borde dorsal de la cresta parietal, ambos en *Chamaeleo calyptratus*.

Con mayor frecuencia (en 6 casos), la localización fue en la zona dorsal (Figura 55), aunque se han observado, en hembras grávidas o animales enfermos, en regiones laterales o ventrales debido al comportamiento de termorregulación fisiológico durante la gestación, o patológico (*fiebre comportamental*), como se puede ver en la Figura 56 (4 casos).



Figura 55: Quemaduras (a).

*Furcifer pardalis* macho adulto. Quemadura de profundidad media llegando a provocar lesiones en epidermis y dermis situada en cresta vertebral por una fuente de calor inadecuada o mal utilizada, colocada en la zona superior de la instalación.



Figura 56: Quemaduras (b).

*Furcifer pardalis* macho subadulto. Quemaduras en hemitórax llegando a musculatura intercostal. Aquejado de enfermedad digestiva. Posiblemente esta enfermedad digestiva provocó un mayor tiempo de soleado (fiebre comportamental) en los flancos y al estar el elemento radiante por dentro de la instalación, se propició la quemadura.

Al igual que describe Mader (2006c) en otros reptiles, en los casos evaluados se produjo con mucha frecuencia (10 de los 12 casos contabilizados), una infección secundaria por bacterias gram negativas.

#### 4.3.2.1.6. Tumores cutáneos

No fueron muy frecuentes, 1.2% (3 casos). Se diagnosticaron solamente en *Furcifer pardalis* y siempre en la región craneal. Aunque los tumores se describen con poca frecuencia en reptiles (Cooper y Lawrence, 1982; Cooper, 1986; Mauldin y Done, 2006), los que afectan a nivel cutáneo son los más frecuentes (Cooper 2006; Perry *et al.*, 2016). No se observaron liposarcomas cutáneos como indican Fraser y Girling, (2004), ni cromatoforomas descritos por Jepson (2011) en camaleones.

En general, aparecían en animales probablemente con compromiso inmunológico por sufrir alguna otra alteración (fallo renal, estomatitis y queilitis). La aparente mayor

frecuencia en *Furcifer pardalis* parecía tener una posible correlación con especímenes híbridos de variedades de color o *morfos* de esta especie criados en cautividad (Figura 57). No se apreció ninguna correlación con el ambiente.



Figura 57: Tumores cutáneos.

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* hembra subadulta. Melanoma situado en el párpado, muchas veces se produce contaminación bacteriana en la superficie del tumor. Fotografía central. *Furcifer pardalis* macho adulto. Papiloma situado entre la cresta parietal y la cresta lateral sobre el lóbulo occipital. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* macho adulto. Carcinoma de células escamosas situado en región labial.

#### 4.3.2.1.7. Lesiones oftálmicas

Como ya se ha especificado anteriormente en este apartado solo se han contabilizado las alteraciones oftálmicas que afectaron a los párpados. Según nuestros resultados, en los camaleones, las afectaciones palpebrales fueron mucho más frecuentes que en otros saurios. Generalmente son multicausales, secundarias a problemas sistémicos (Álvarez-Carrión, 2006; Álvarez-Carrión, 2016). En el periodo de estudio supusieron un 69% (171 casos) de las alteraciones incluidas en este apartado de enfermedades junto con las tegumentarias. De ellos, 125 se registraron en *Chamaeleo calypttratus* y 46 en *Furcifer pardalis*.

El principal síntoma detectado en los procesos palpebrales, fue una disecdisis de toda la piel del párpado en 163 casos de los 171 (95.3%), ya fuera junto con otras retenciones de muda en otras zonas corporales (134 casos), o circunscrita a los párpados (29 casos). Este tipo de alteraciones se correlacionó con instalaciones con problemas de control hídrico en el 96.4% de los casos.

Esta retención de muda, como causa única o acompañada de procesos infecciosos cutáneos, provocó prurito y un comportamiento de *mecanismos de ayuda a la muda* anormalmente intensos, que propiciaron la aparición de otros procesos clínicos en el tegumento palpebral, generalmente con componente bacteriano (Figura 58, fotografía de la izquierda), afectando, en algunos pacientes, a las estructuras oculares anejas y al globo ocular. De los casos en los que fueron detectadas alteraciones concomitantes a las puramente palpebrales, las afecciones de las glándulas lagrimales fueron las más habituales: 98 casos en *Chamaeleo calypttratus* y 32 casos en *Furcifer pardalis*.

En 105 de estos casos se observó una disecdisis en el borde palpebral, por lo que la muda retenida pudo dificultar o impedir un vaciado correcto de las glándulas lagrimales. En 57 casos, se apreció, en el momento del examen clínico de animal, una secreción filante de tonalidad verdosa o con consistencia cerosa (Figura 58, fotografía de la derecha), llegando, incluso, a taponar por completo la apertura ocular.

En todos los casos estuvo relacionada con una infección bacteriana (en 11 de ellos debida a *Pseudomonas* spp.). En 8 de ellos, la planta que se utilizaba en la instalación era un *Ficus benjamina*, y los procesos clínicos y disecdisis palpebrales coincidieron con la poda y caída de hojas de la planta, por lo que es posible que el látex que contiene pudiera tener alguna relación directa con los problemas detectados.

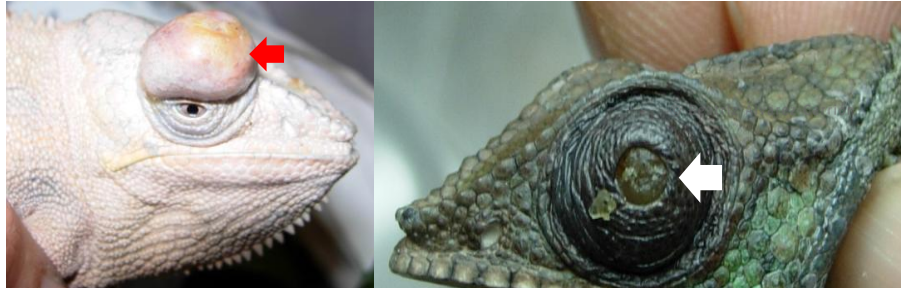


Figura 58: Lesiones palpebrales (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* hembra adulta. Lesión purulenta en región palpebral. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* macho subadulto. Hiperqueratosis palpebral. Obstrucción de apertura ocular por secreción cérea con componente de infección bacteriana.

La enfermedad palpebral que con más frecuencia se registró (103 casos en *Chamaeleo calyptratus* y 11 en *Furcifer pardalis*) fue el blefaroedema, constante o fluctuante, con o sin blefaritis (Figura 59).

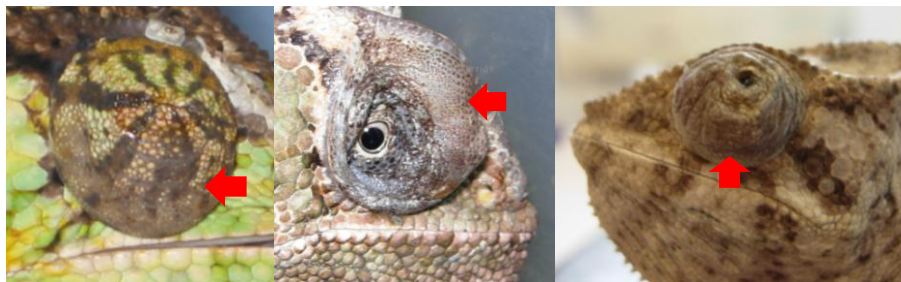


Figura 59: Lesiones palpebrales (b).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus*, macho adulto. Blefaroedema con afectación de glándulas lagrimales y secreción densa con imposibilidad de apertura ocular. Fotografía del centro. *Chamaeleo calyptratus*, macho adulto. Edema palpebral localizado. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* hembra con blefaroedema y blefaritis.

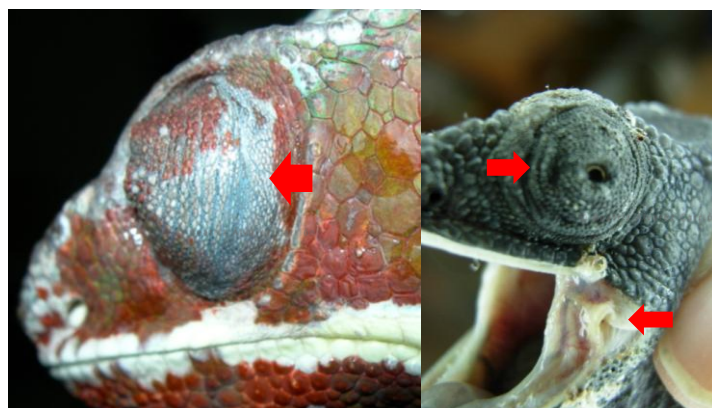


Figura 60: Lesiones palpebrales (c).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho adulto. Depigmentación cutánea en el párpado. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* hembra adulta. Disecdisis palpebral, con afectación de la glándula temporal lateral.

Las despigmentaciones palpebrales (Figura 60, fotografía de la izquierda) se detectaron solamente en *Furcifer pardalis* (13 casos).

Así mismo, se registró de forma simultánea a las alteraciones palpebrales, alteraciones de las glándulas temporales laterales (Figura 60, fotografía de la derecha) en 121 de los 171 casos y con estomatitis. Al igual que describen Milichamp (2004), Latney y Clayton (2014) y Perry *et al.*, (2016) nuestros datos también relacionan estas alteraciones con hipovitaminosis A.

En 4 de los casos que presentaban blefaroedema, estaban acompañados por edema de la cresta dorsal, en *Chamaeleo calyptratus*, y de lóbulos occipitales, en *Furcifer pardalis*. Al realizar la necropsia estaban producidos por estasis venosas (Figura 61) como está descrito por Milichamp (2004), Eatwel (2010) y Labelle (2016) y se observaron alteraciones digestivas y renales.

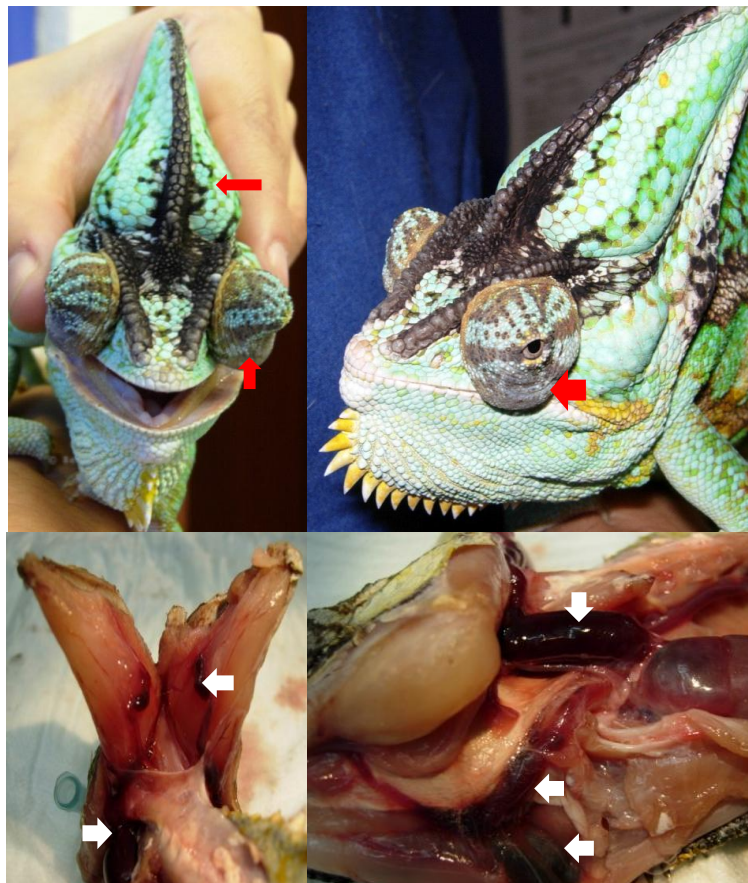


Figura 61: Lesiones palpebrales (d).

Fotografías superiores. *Chamaeleo calyptratus*, macho adulto. Edema en los laterales de la cresta parietal, blefaroedema y afectación de glándulas lagrimales. Fotografías inferiores. Necropsia donde se observan estasis venosas.

Puede interpretarse que la causa de la posible correlación entre alteraciones bucales y oculares es que los camaleones poseen unos globos oculares muy grandes, que apoyan en la zona dorsal de la cavidad oral, lo que hace que aumente la posibilidad de paso de enfermedades bucales a la región ocular. En un estudio realizado en 70 camaleones de diferentes especies, de los cuales 20 eran *Chamaeleo calyptratus* y 10 *Furcifer pardalis*, se

constató que la frecuencia de relación entre alteraciones oculares y enfermedades sistémicas suponía un 87.7% (Álvarez- Carrión, 2006).

No se han observado inflamaciones fluctuantes por microfilarias de *Foleyella* spp. como describe Millichamp (2004).

En conclusión, cuando estos animales presentan alteraciones oculares requieren un análisis completo, ya que pueden estar desarrollando un cuadro sistémico y ser este sólo un síntoma del conjunto de alteraciones.

#### 4.3.2.2. Digestivas

Estas alteraciones, de manera individual o junto con afecciones de otros sistemas orgánicos (Tabla 17), tuvieron una frecuencia del 62.4% (aparecieron en 340 de los 545 casos registrados) y fueron las alteraciones más detectadas durante el periodo de estudio, posiblemente porque su desarrollo en camaleones se inicia con dificultades de propulsión lingual que, en muchas ocasiones, conlleva una disminución notable de la ingesta de alimento, por lo que se aprecia de forma más temprana que otras alteraciones.

Tabla 17: Número y frecuencia de enfermedades digestivas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 157				
Totales	340	1	2	3	4	5	>5
DIGESTIVAS		183	70	70	13	4	-
FRECUENCIA %			44.6%	44.6%	8.3%	2.5%	-
		53.8%	46.2%				

La frecuencia relativa de las enfermedades digestivas fue de 62,4% (340/545) y era más alta en machos que en hembras ( $\chi^2= 20,663$ ;  $p<0.05$ ). Cuando se realizó una comparación entre especies, las razón de posibilidades era mayor en *Furcifer pardalis* OR fue 1.306 (Tabla 18).

Tabla 18: Número de casos de enfermedades digestivas, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE	CASOS		CASOS DE ENFERMEDADES DIGESTIVAS		FRECUENCIA %		
♂	362		250		69%		
♀	183		90		49.2%		
<b>Cc*</b>	374		230		61.5%		
♂	♀	242	132	167	63	69%	47.7%
<b>Fp</b>	171		110		64.3%		
♂	♀	120	51	83	27	69.1%	52.9%

Se analizó la distribución entre especies y sexos, de las enfermedades digestivas como entidades simples o formando parte de cuadros múltiples (Tabla 19), en machos se observó que las enfermedades digestivas como entidades simples fueron las más numerosas,

duplican a las múltiples. Sin embargo las hembras presentaron en mayor número enfermedades múltiples. Las asociaciones de procesos que más habitualmente se detectaron fueron las de 2 y 3 enfermedades, en ambas especies y sexos.

Las múltiples de 2 enfermedades en machos, se asociaron principalmente a enfermedades renales (85.7%), mientras que en hembras la asociación más frecuente fue con enfermedades reproductivas (88.6%). En ambos sexos existieron indicios de que las deficiencias nutricionales fueron concomitantes, aunque de difícil cuantificación.

En las de 3 procesos, se detectaron además de las digestivas con las asociaciones descritas en el grupo anterior, problemas respiratorios en machos, y problemas óseos en hembras. Las de 4, en ambos sexos, con enfermedades tegumentarias y oftálmicas. Y los 4 casos de asociación de 5 enfermedades se sumaron además con afecciones renales y circulatorias.

Tabla 19: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.  
\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO	ENFERMEDADES									
	SIMPLE		MÚLTIPLES 157							
	1	2	3	4	5					
♂ 250	171		35		38		6		-	
FRECUENCIA %	68.4%		14%		15.2%		2.4%		-	
♀ 90	12		35		32		7		4	
FRECUENCIA %	13.3%		38.9%		35.6%		7.8%		4.4%	
Cc 230	110		52		58		8		2	
FRECUENCIA %	47.8%		22.6%		25.2%		3.5%		0.9%	
♂ 167   ♀ 63	103	7	25	27	35	23	4	4	-	2
FRECUENCIA %	61.7%	11.1%	15%	42.9%	20.9%	36.5%	2.4%	6.3%	-	3.2%
Fp 110	73		18		12		5		2	
FRECUENCIA %	66.4%		16.4%		10.9%		4.5%		1.8%	
♂ 83   ♀ 27	68	5	10	8	3	9	2	3	-	2
FRECUENCIA %	81.9%	18.5%	12.1%	29.7%	3.6%	33.3%	2.4%	11.1%	-	7.4%

Por lo general, la progresión del proceso digestivo fue desde la cavidad oral hacia el resto del sistema digestivo. Como causa infecciosa, los problemas bacterianos son los observados más habitualmente (325 casos de los 340).

#### 4.3.2.2.1. Queilitis

Supusieron un 18% de las alteraciones digestivas (61 casos).

Se tuvo en cuenta que esta inflamación labial suelen acompañarse de otras alteraciones como las enfermedades palpebrales y/o afecciones de las glándulas temporales laterales. En esos casos se contabilizó en el apartado citado. En 59 casos (96.7%), estuvo correlacionada con estomatitis.

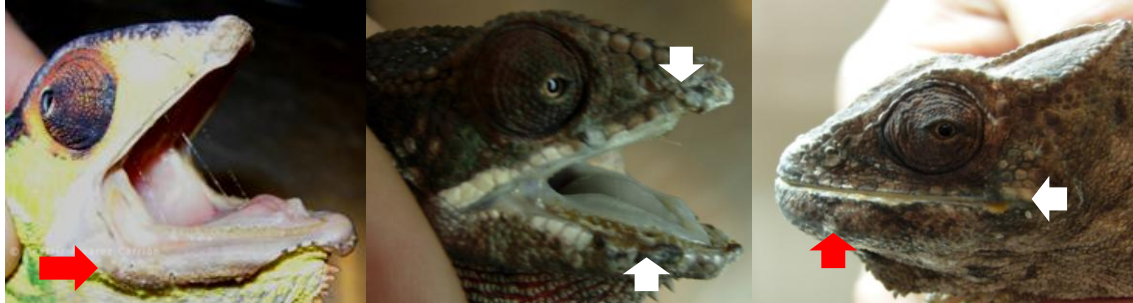


Figura 62: Queilitis (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho adulto. La queilitis es muy intensa con hiperqueratosis del borde labial y plegamiento del tejido labial hacia el exterior. Fotografía del centro. *Furcifer pardalis* macho subadulto. Presenta una lesión labial de origen traumático en el lado derecho, existiendo pérdida de parte del cornete dentario superior y afectación del inferior. Fotografía de la derecha: *Furcifer pardalis* macho subadulto. Se observa la discontinuidad del borde labial, abultamiento de la glándula temporal dorso-lateral izquierda y abultamiento de la rama mandibular izquierda por acumulación de material piógeno en la región.

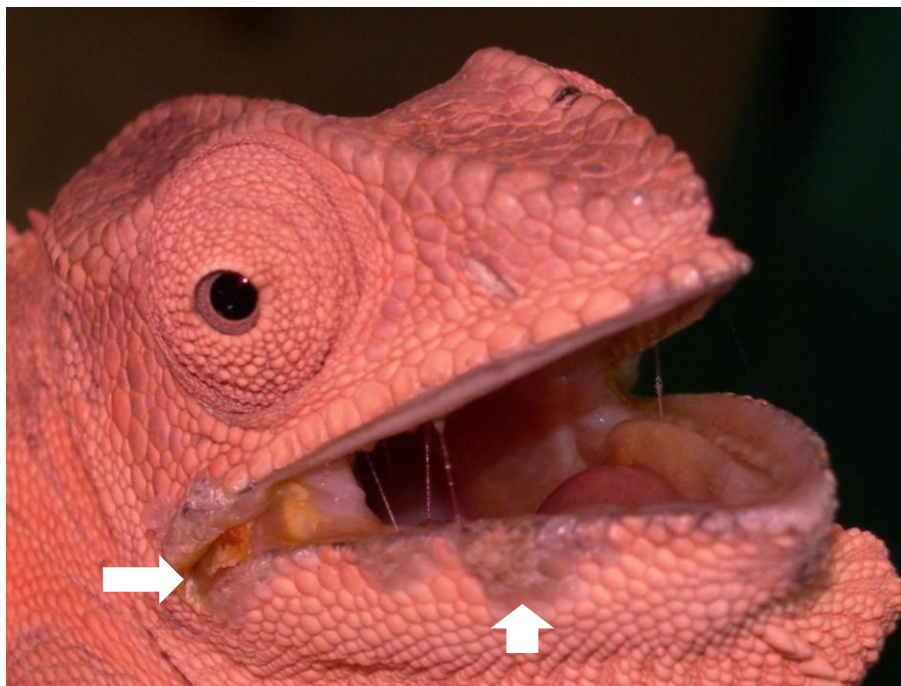


Figura 63: Queilitis (b).

*Furcifer pardalis* hembra adulta. La región de la glándula temporal lateral, el borde labial y la piel contigua están afectadas, existiendo hiperqueratosis y cambio de coloración por una queilitis bacteriana (*Pseudomonas aeruginosa*). Se aprecia saliva filante.

Las queilitis en *Furcifer pardalis* son más frecuentes (78.7%) que en *Chamaeleo calyptratus* (21.3%) y suelen iniciarse en los labios inferiores (Álvarez-Carrión y Bedia, 2008). En los animales estudiados, el grado de afectación labial fue muy variable (Figuras 62 y 63), oscilando desde ligeras alteraciones del borde labial, de difícil detección, hasta lesiones más severas que afectan a la piel limítrofe, las glándulas temporales laterales y a la mucosa de la

cavidad oral. En general se pueden correlacionar con deficiencias hídricas y térmicas en la instalación.

#### 4.3.2.2.2. Enfermedades del cornete dentario

La frecuencia de aparición, fue de un 10% (34 casos). Estas alteraciones afectaban por igual a ambas especies. Un 58.8% eran parte de enfermedades múltiples.

Los cambios de coloración del cornete dental solían ser el primer síntoma de alteración y frecuentemente (32 casos, un 94.1%) evolucionaron a estomatitis o fueron procesos conjuntos, coincidiendo con Álvarez-Carrión y Bedía (2008).

Se observó en 4 de cada 10 camaleones revisados, que los cambios de coloración de las arcadas dentarias en camaleones pueden ser fisiológicos, por edad (>2 años) y tipo de alimentación (insectos blandos) o por enfermedades, generalmente de origen bacteriano (Figura 64).

Uno de los datos que se han constatado es que el hundimiento de los globos oculares puede ser fisiológico, en momentos de estrés, o patológico como indicativo de deshidratación como se indica en Álvarez-Carrión (2015). En los 34 casos existió deshidratación, con saliva más espesa, y se produjeron cambios en el pH que favorecieron la progresión de la alteración digestiva a los tejidos de la cavidad oral incluyendo el cornete dentario.

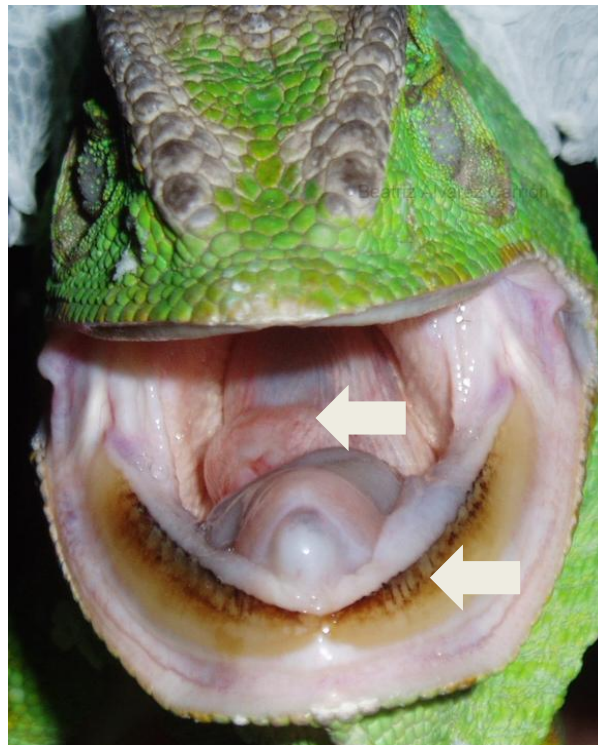


Figura 64: Enfermedades del cornete dentario (a).  
*Chamaeleo calyptratus* macho adulto. Se aprecian lesiones iniciales de estomatitis con hemorragias petequiales a nivel lingual y traqueal y cambio de coloración del cornete dental.

Se ha observado en 23 de los 34 casos (67.7%) que las lesiones del cornete dentario estuvieron asociadas a acumulaciones de material piógeno en las estructuras colindantes, afectando en particular a la región ocular en su zona ventral (Figura 65). En un 60.9% de estos casos, la infección bacteriana produjo lisis ósea como ya se describe en Álvarez-Carrión y Bedia (2008).

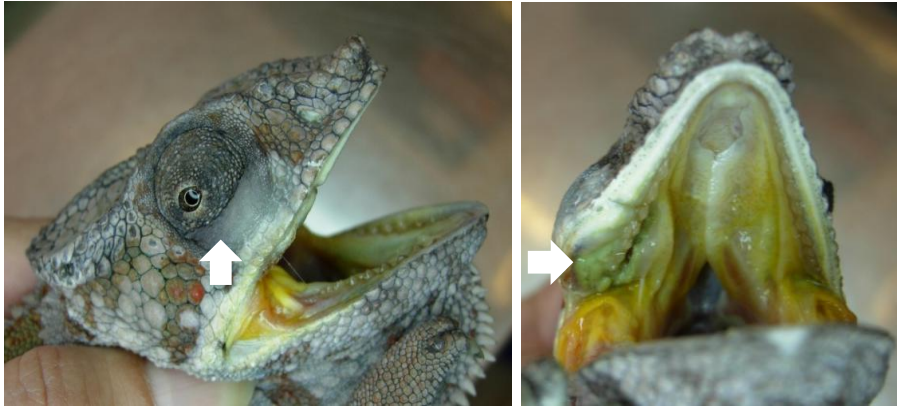


Figura 65: Enfermedades del cornete dentario (b).

*Furcifer pardalis* macho adulto. Se aprecia lesión en región sub-ocular. En boca se observa en la región del cornete dental correspondiente, una concreción de material purulento que por su capacidad de osteomielitis puede provocar lisis ósea y afectación de la glándula temporal lateral.

En 6 de los 34 casos (17.6%) se apreciaron infecciones que provocaron el desprendimiento de la unión entre la encía y el cornete dentario. En el 50% de estos casos, existían procesos de deshidratación leve mantenida y se apreciaron acumulaciones de uratos en la mucosa oral (gota visceral), que pudieron colaborar al desprendimiento de la encía (Figura 65, fotografía de la izquierda) como describen Álvarez-Carrión y Bedia (2008).



Figura 66: Enfermedades del cornete dentario (c).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho adulto. Hiperqueratosis labial. Estomatitis. La mucosa oral presenta lesiones purulentas y ulcerativas. Oquedades anómalas entre arcada dentaria mandibular, región labial y mucosa oral. Absceso de la glándula temporal dorso lateral izquierda. Fractura de sínfisis mandibular. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* macho adulto. Sufre una erosión de crestas en región nasal. Disecdisis. Se aprecia cambio de coloración de cornete dentario mandibular con necrosis ósea y fractura en región de sínfisis mandibular, con retracción de labio en esa región. Abultamiento en rama mandibular por infección submandibular y estomatitis.

En 5 de los 34 casos (14.7%) las lesiones bucales y labiales provocaron fracturas del cornete (Figura 65, fotografía de la derecha); las más frecuentes (80%) fueron a nivel de sínfisis mandibular como ya se registra en Álvarez-Carrión y Bedia (2008) y Álvarez-Carrión (2016).

#### 4.3.2.2.3. Erosiones rostrales

En el periodo de estudio supusieron un 5% (17 casos) de las enfermedades digestivas. Se han detectado con una frecuencia menor de lo descrito en otros saurios (McArthur *et al.*, 2004), aunque el animal fuera de temperamento nervioso (con mayor actividad y búsqueda de zonas de fuga en la instalación).

Nuestros resultados difieren de los de McArthur *et al.*, (2004) y Eatwel (2010) en cuanto a la relación de las erosiones rostrales con el comienzo de estomatitis y osteomielitis. Posiblemente esta divergencia se explique por las diferencias en la anatomía ósea de la región bucal y la protección de la cavidad oral que suponen las crestas rostrales y nasales que poseen las especies seleccionadas.

La causa principal detectada fue la presencia de lesiones traumáticas al frotarse con elementos del terrario en el momento de la ecdisis (principalmente las rejillas de ventilación) o, en los terrarios de vidrio, por tratar de ampliar territorio, ya que este material no supone una barrera visual para el animal coincidiendo con las ICBT descritas por Jepson (2011) y Álvarez-Carrión (2016).

De las dos especies incluidas en el estudio se ha observado con más frecuencia en *Furcifer pardalis* (88.2% de los casos afectando a la cresta rostral nasal) (Figura 67). En *Chamaeleo calyptratus*, cuando se ha observado (en 6 de cada 10 casos revisados), ha sido afectando al borde dorsal de la cresta parietal.

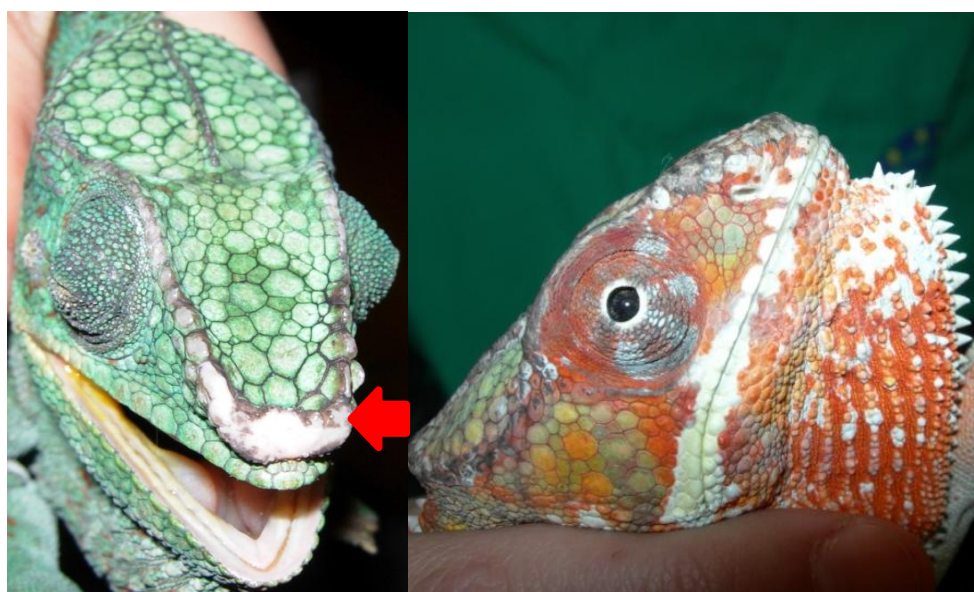


Figura 67: Erosiones rostrales.  
*Furcifer pardalis* machos adultos. Lesión de la cresta rostral en su región supranasal.

#### 4.3.2.2.4. Estomatitis

En el periodo de estudio los casos de estomatitis supusieron un 40.8% (139 casos) de las alteraciones digestivas. En base a los resultados, se pudo considerar una de las infecciones más habituales de camaleones, pudiendo progresar a gastritis y/o enteritis en poco tiempo. Y siendo en un 43.9% parte de procesos múltiples.

Las lesiones que aparecían eran variadas, incluyendo petequias linguales, lesiones del cornete dentario y regiones próximas; se observó hipersalivación o contenidos anormales en región bucal (Figura 68 y 69) y estaban asociadas, en muchas ocasiones, a alteraciones oculares, coincidiendo con lo descrito en Álvarez-Carrión y Bedia (2008).

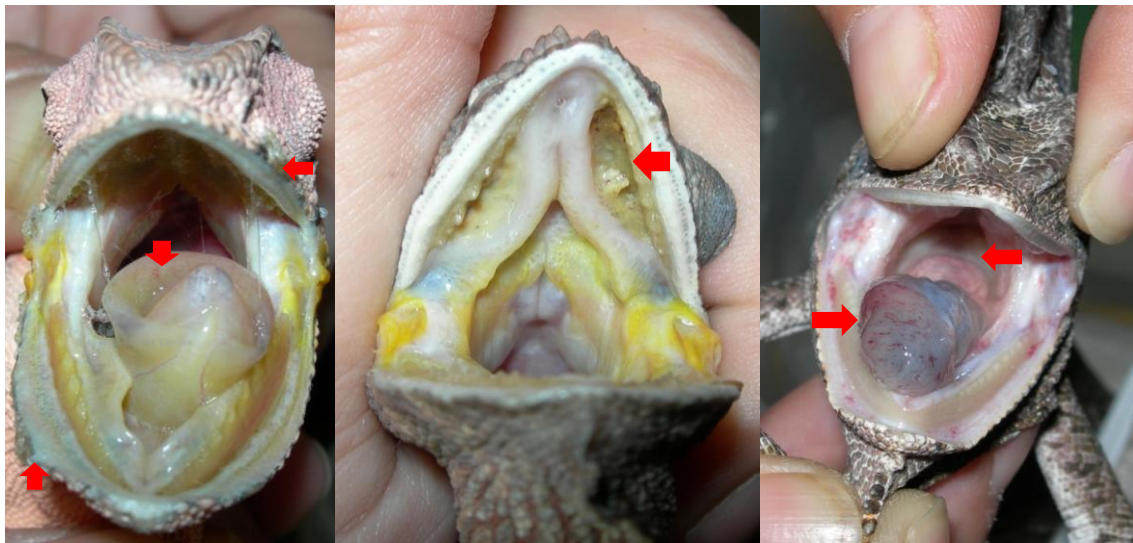


Figura 68: Estomatitis (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* hembra adulta. Lesiones exfoliativas y bullosas en labio inferior. Abultamientos en el perfil inferior de rama mandibular derecha. Lesión ulcerativa en labio superior del lado izquierdo. Hemorragias petequiales en mucosa oral y lingual. Queilitis labial. Acumulaciones caseosas en arcada dentaria maxilar. Gingivitis. Alteración de comisura labial y región caudal de la glándula temporal derecha. Saliva filante y con tinte hemorrágico en algunas zonas. Fotografía del centro. *Furcifer pardalis* macho adulto. En la región palatina izquierda se observa una oquedad con una zona de osteolisis en paladar y lesión mucosa palatina que provoca una asimetría del paladar. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* macho adulto. Queilitis, hemorragias petequiales y sufusiones en lengua. Material denso que desplaza la mucosa oral a nivel de la garganta.

En la revisión clínica, el primer síntoma que se observó en el animal son las variaciones del pH en el 77.7% de los 108 casos, que produjo problemas de adherencia lingual y, posteriormente, cambios en la densidad salival. Existieron además, alteraciones de las glándulas temporales laterales en 75 de ellos (69.4%).

Otra de las causas detectadas (31 casos) en el 22.3%, fueron heridas provocadas por el alimento en el momento de la ingestión, que se infectaron y evolucionaron a estomatitis.

Por la forma de ingerir alimentos, los procesos más frecuentes que provocaron alteraciones linguales, además de los reseñados, fueron las elongaciones prolongadas (llegando a parálisis lingual), provocadas por causas sistémicas, como alteraciones del metabolismo del

calcio, que influyen en el funcionamiento muscular, tal y como indican McArthur *et al.*, (2004) y Álvarez-Carrión (2016).

El pronóstico de estos procesos es reservado, ya que la mucosa lingual expuesta se daña en poco tiempo y, en ocasiones, se produce una deshidratación de los músculos elongados hasta llegar a romperse. Además, las alteraciones óseas que pueden producir las enfermedades metabólicas también son unas de las principales causantes de fracturas, luxaciones o curvaturas del cartílago hioides, que provocan fallos en el disparo o imposibilidad de realizarlo. Este tipo de alteraciones impiden o dificultan la ingesta de alimento.

Otra causa de las alteraciones linguales son las lesiones traumáticas por mantenimiento de elongación al quedarse adherida la lengua a algún elemento del terrario que impida la retracción fisiológica. Pueden llegar incluso a producir una isquemia, que en 3 casos provocó la fractura de la musculatura elongada.

Se ha observado que en procesos momentáneos de dificultad de lanzamiento lingual (256 casos), pudieron mantenerse especímenes de *Chamaeleo calyptratus* sin tener que forzar la ingesta (86.7%), porque fueron capaces de ingerir alimento sin lanzar la lengua. En el caso de *Furcifer pardalis* fue más complicado, solo se consiguió en un 25% de los casos (experiencia personal).

Si el proceso lingual impedía la deglución o el animal no aceptaba la alimentación, en el 95% de los casos fue imposible el mantenimiento a medio-largo plazo con alimentación mediante sondaje esofágico. La experiencia clínica nos indica que los camaleones son uno de los reptiles que soportan peor la alimentación forzada.

La progresión de las lesiones linguales fue hacia una estomatitis. A veces se complicó con traqueítis en 61 de los 108 casos (56.5%) de lesiones linguales, progresando a lesiones pulmonares en el 50.8% de los casos. En hembras se asoció también con enfermedades reproductivas (32.3%).

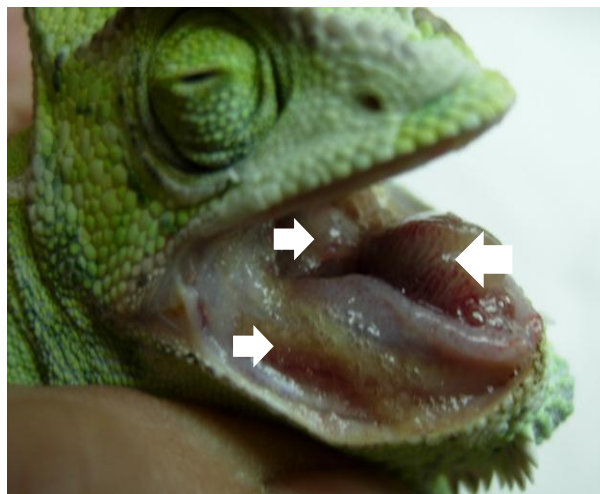


Figura 69: Estomatitis (b).

*Chamaeleo calyptratus* hembra. En estomatitis y traqueítis con lesiones hemorrágicas e inflamación de mucosa oral y lingual con acumulación de saliva seropurulenta. Deshidratación y disecdisis.

Las alteraciones palpebrales (blefaroedemas, blefaritis), como ya se ha reseñado en el apartado correspondiente son, en muchas ocasiones, un síntoma indicativo de alteraciones sistémicas, incluyendo las del tracto digestivo superior (Álvarez-Carrión, 2006).

En los 139 casos se aislaron bacterias mayoritariamente Gram negativas, con mayor frecuencia *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Klebsiella* spp., *Morganella* spp y *Salmonella* spp. Varios autores (Driggers, 1997; Marschang y Chitty, 2004; Paré *et al.*, 2006, Mehler y Bennett, 2006; Welle, 2016) reseñan las mismas bacterias en casos de estomatitis en otros reptiles.

Las alteraciones que comenzaron en la cavidad oral se fueron extendiendo al respiratorio en 31 casos (22.3%); en 58 casos al resto del tubo digestivo (41.7%); en 35 casos (25.2%) provocando abscesos mandibulares y afectando a los cornetes dentales; y el resto, 15 casos (10.8%) afectó exclusivamente a tejidos blandos de la cavidad oral, principalmente los linguales. No se ha detectado un incremento de traumatismos rostrales en las estomatitis, a diferencia de los reseñado en otros reptiles por McArthur *et al.*, (2004) y Welle (2016).

Las deshidrataciones y el estrés térmico estaban en la base de la aparición de todos estos procesos en ambas especies de camaleones (97.1%).

#### 4.3.2.2.5. Gastritis y enteritis

La frecuencia de aparición de estas enfermedades era de un 15% (51 casos). El 68.6% de ellos, derivaban de la progresión de una estomatitis como ya se describe en Álvarez-Carrión y Bedia (2008) y Álvarez-Carrión (2016). En 38 casos (74.5%) se asociaron con otros procesos, implicando al sistema renal y reproductor.

Las causas que provocaron la aparición de gastritis y/o enteritis fueron ambientales u orgánicas.

Las causas ambientales que se registraron más habitualmente fueron: el control térmico incorrecto (principalmente ausencia de gradientes térmicos) 98%, los déficits de iluminación (78.4%) y las alteraciones de ritmos circadianos 68.9%. Las alteraciones nutricionales (74.5%), ya sean por exceso de alimento o por deficiencias en su composición, junto con las deficiencias de iluminación, colaboraron a la aparición de patologías del metabolismo del calcio que alteraron el peristaltismo. En el 64.7% la causa era el incremento del tamaño de otras vísceras de la cavidad (riñones, fases activación gonadal u ovogénesis). Varios autores (Driggers, 1997; McArthur *et al.*, 2004; Braten, 2006a y Mans y Braun, 2014) reflejan las mismas causas de gastritis o enteritis en otros reptiles.

Todos estos factores causales, en solitario o combinados, se observaron como el origen o como la consecuencia, de la alteración digestiva y de las disbiosis, por el sobrecrecimiento de bacterias y parásitos que alteraron la forma, densidad y frecuencia de las heces, que aparecieron en el 84.3% de los casos.

Se detectaron, como consecuencia de la ingestión de elementos extraños (principalmente sustratos) para compensar déficits alimentarios, procesos de ralentización del movimiento peristáltico y de constipación, con obstrucciones parciales o completas del digestivo e incluso, septicemia. Durante el estudio se observaron en un 17.6% de los casos obstrucciones por ingestión de sustrato (Figura 70), y de ellos, el 44.4% en grado de septicemia. Datos que coinciden con lo que indican McArthur *et al.*, (2004), Mans y Braun (2014), Álvarez-Carrión (2016) y Welle (2016) en otros saurios. No se han observado procesos de intususcepción descritos en otros reptiles por Frye (1991a y b).

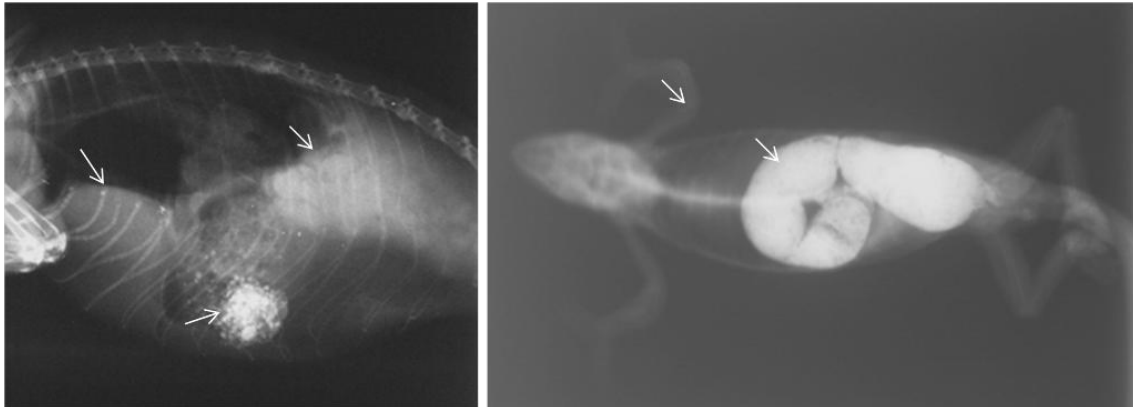


Figura 70: Gastritis y enteritis (a).

Radiografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* hembra en fase de foliculogénesis, con contenido radiopaco en intestino, por ingestión de cuerpo extraño y hepatomegalia. Radiografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* hembra. Obstrucción completa por ingestión de cuerpo extraño. Con Enfermedad Metabólica Ósea (falta de densidad ósea y deformidad de huesos largos) por lo que la definición radiológica es muy escasa.

En el 62.7%, junto con la gastritis y enteritis, había hepatopatías variadas (Figura 71). La más habitual fue la lipidosis (59.4%) como se ha descrito en otros reptiles (McArthur *et al.*, 2004), el 71.9% con alteraciones de la vesícula biliar (colecistitis y/o colestasis) principalmente en *Chamaeleo calyptratus* (65.2%).



Figura 71: Gastritis y enteritis (b).

Radiografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus*, macho adulto, con colecistitis, hepatomegalia, cardiomegalia y enteritis. En los hemitórax se aprecian los vasos pulmonares muy marcados y una radio densidad anormal en zona craneal y saco gular pulmonar. Radiografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus*, macho adulto, con colecistitis, hepatomegalia, enteritis, nefromegalia y cardiomegalia.

Al no existir diafragma, un 76.3% de los camaleones que sufrieron problemas de gastritis/enteritis, tuvieron también afectadas las estructuras pulmonares (Figura 71), junto con problemas cardiacos, gota visceral o un hiperparatiroidismo renal secundario.

Las densidades anormales de heces que se registraron con mayor frecuencia fueron debidas a un desequilibrio térmico (47%) y a alteraciones parasitarias y/o bacterianas que provocaron SMD con disbiosis (56.9%).

En el 29.4% de los casos se observaron prolapsos de colon por cloaca, que estaban causados por endoparásitos, bolos fecales de gran tamaño por un exceso de alimentación, gradientes térmicos incorrectos y/o déficit de humedad en la instalación (Figura 72). Coincidiendo con otros autores como Bennet (1991) y Álvarez-Carrión (2015) se produjeron cloacitis, anorexia y dificultades para defecar.



Figura 72: Eversión de cloaca o prolapsos de colon por cloaca.

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho. Cambio de coloración de la mucosa prolapsada y comienzo de necrosis. El animal está deshidratado y con déficit de coloración. Fotografía de centro. *Chamaeleo calyptratus* macho. La mucosa prolapsada está hemorrágica, con edema y manchada con fragmentos del sustrato. Fotografía de la derecha: *Chamaeleo calyptratus* macho. Prolapso de gran tamaño, coloración pálida y un edema de mucosa muy marcado.

#### 4.3.2.2.6. Parasitosis digestivas

Supusieron un 11.2% (38 casos) como causa primaria de alteración, pero se tuvo en cuenta que muchos procesos múltiples cursaron con disbiosis y el sobrecrecimiento parasitario estaba presente en todos ellos.

En cautividad, muchos parásitos cierran el ciclo biológico con mucha facilidad por el entorno artificial donde se mantienen a los animales (restos de heces, falta de limpieza, presas utilizadas como alimento que pueden ser hospedadores intermediarios de diferentes parásitos, contaminación por deyecciones de otros reptiles, etc.). Se ha de plantear un correcto control de los endoparásitos como parte del éxito del mantenimiento,

coincidiendo con las opiniones de otros autores (Frye, 1991c; Klingenberg, 2004; Greiner y Mader, 2006).

El método de estudio coprológico que se utilizó fue la realización de frotis directos con solución salina y flotación, que se consideran unos de los más adecuados en reptiles según Wolf *et al.*, (2014).

En un 84.2% de los 38 casos, se observó disbiosis con sobrecrecimiento de los protozoos de digestión (*Hexamita* spp., *Trichomonas* spp., *Giardia* spp. y *Leptomonas* spp.). En *Chamaeleo calyptratus*, en el 10.5% (4 casos) afectados por cuadros intensos de mala digestión, se detectaron *Nyctotherus* spp., especie frecuente en la biota saprofita de animales herbívoros, como describen Greiner y Mader (2006) y Maasi (2014).

En *Chamaeleo calyptratus* en un 26.3% (10 casos), se diagnosticaron coccidios *Isoospora jaracimirmani* (Modry y Koudela 1995) y *Choleoimeria hirbayah* (Sloboda and Modrý, 2006). En 3 casos, se observaron asociaciones con parasitosis por nematodos. Siempre que se visualizaron coccidios en el estudio coprológico existieron síntomas de diarrea y deshidratación. También en *Chamaeleo calyptratus*, en 10.5% (4 casos), se detectaron *Cryptosporidium (saurophilum) varanii*, tal y como indican Pedraza-Díaz *et al.*, (2009), pero sin manifestaciones clínicas.

Los ascáridos se detectaron en pocos casos (3), supusieron el 7.9%. En 1 caso de *Furcifer pardalis* se identificó una fase migratoria en la cavidad oral (Figura 73).



Figura 73: Parasitosis digestivas.  
*Furcifer pardalis* macho. Fase migratoria de ascárido en región bucal posterior.

Se diagnosticaron parasitosis por *Oxyuris* spp. y *Strongyloides* spp. representando el 52.6% (20 casos). De ellos, el 75% estaban asociados al sobrecrecimiento de protozoos y en el 15% con coccidios. Los *Oxyuris* spp. son, generalmente, saprofitos salvo que exista una carga elevada o si el animal sufre cualquier otra alteración, pudiendo llegar a provocar mala absorción y prolapsos cloacales. Los *Strongyloides* spp. se consideran patógenos ya que,

aunque su número sea pequeño, producen diarrea y ocasionalmente, obstrucciones parciales o completas (Frye, 1991c; Klingenberg 2004; Greiner y Mader 2006).

#### 4.3.2.3. Óseas

De los 545 casos registrados, 83 sufrían alguna de estas alteraciones (frecuencia 15.2 %), solas o combinadas con afecciones de otros sistemas orgánicos. Solo se incluyeron las alteraciones óseas primarias o más relevantes en este apartado.

Estaban asociadas con otra enfermedad en el 57.8% de los casos, en machos principalmente con alteraciones renales y en hembras con reproductivas (Tabla 20).

Tabla 20: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 48				
Totales	83	1	2	3	4	5	>5
ÓSEAS		35	48	-	-	-	-
FRECUENCIA %		42.2%	57.8%				

Analizando las diferencias de distribución de casos entre machos y hembras pudimos apreciar que había diferencias entre especies (Tabla 21). Existía una mayor frecuencia entre enfermedades óseas y la especie *Chamaeleo calyptratus* ( $\chi^2 = 14,157$ ;  $p < 0.05$ ).

Tabla 21: Número de casos de enfermedades óseas, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE	CASOS		CASOS DE ENFERMEDADES ÓSEAS		FRECUENCIA %		
♂	362		50		13.8%		
♀	183		33		18%		
<b>Cc*</b>	374		72		19.3%		
♂	♀	242	132	45	27	18.6%	20.5%
<b>Fp</b>	171		11		6.4%		
♂	♀	120	51	5	6	4.2%	11.7%

En la tabla 22 se evalúa la distribución de las enfermedades simples o múltiples con las diferencias entre especies y sexos. Se observó que en los machos, con mayor frecuencia, eran una entidad simple, mientras que en hembras adultas, solían ser múltiples, asociada a enfermedades reproductivas (64%), renales (24%) o digestivas (12%). En machos juveniles, cuando era múltiple se asociaba con enfermedades digestivas y tegumentarias, sin apreciarse diferencias reseñables entre ambas asociaciones. Se han detectado enfermedades neurológicas derivadas de traumatismos por los problemas de deambulación en 2 casos.

Entre especies, en *Chamaeleo calyptratus* los machos tenían una mayor frecuencia de las enfermedades simples. Sin embargo en las hembras aparecieron, casi con el doble de frecuencia, los cuadros múltiples.

Tabla 22: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO	ENFERMEDADES				
	SIMPLES		MÚLTIPLES		
	1	2	2	2	
♂ 50	28		22		
FRECUENCIA %	56%		44%		
♀ 33	7		26		
FRECUENCIA %	21.2%		78.8%		
Cc 72	25		47		
FRECUENCIA %	34.7%		65.3%		
♂45	♀ 27	23	3	22	24
FRECUENCIA %		51.1%	11.1%	48.9%	88.9%
Fp 11		10		1	
FRECUENCIA %		90.9%		9.1%	
♂ 5	♀6	5	4	-	2
FRECUENCIA %		100%	66.7%		33.3%

Las enfermedades óseas suponen una de las entidades patológicas que tienen una relación más directa con el mantenimiento en cautividad. Las causas ambientales de estas alteraciones son las deficiencias y desequilibrios en el aporte de minerales con la dieta, las presas insuficientemente variadas y nutridas y, principalmente, dificultar o impedir la síntesis de vitamina D<sub>3</sub> por el déficit de iluminación artificial en la instalación, con una insuficiente calidad y cantidad de radiación UVB, causas ya descritas con anterioridad por varios autores (Bernard, 1995; Ferguson *et al.*, 1996,1999; Ferguson *et al.*, 2002; McFadden, 2016).

Aunque en el 96.4% (80 casos) fueron identificados déficits en la calidad y cantidad de radiación, (de ellos en 3 casos, un 3.6%, se detectó un exceso de UVA), fueron también causas predisponentes de las anomalías óseas en 65 casos (78.3%): la estructura del terrario, el lugar de colocación de la fuente y su frecuencia de renovación, luminosidad, fotoperiodo (variaciones diarias y estacionales requeridas) y la temperatura a la que se mantenía al animal.

En un 86.7% (82 casos) se apreció una nutrición inadecuada debido al tipo de presas y/o a la carga de nutrientes que tenía el alimento, principalmente deficiencias en minerales.

Aunque se describen ambas como especies de desarrollo rápido, en condiciones óptimas de mantenimiento, *Chamaeleo calyptratus* disminuye su crecimiento si se mantiene con temperaturas bajas, por ralentización del ratio metabólico (Donoghue, 2006). Durante la

investigación se detectaron con más frecuencia las enfermedades óseas en *Chamaeleo calyptratus* (Tabla 21), incluso en animales mantenidos en rangos térmicos adecuados, pero con deficiencias en la iluminación.

Las enfermedades óseas se observan con más frecuencia en animales jóvenes, coincidiendo con lo descrito por Calvert (2004b) y Mans y Braun (2014), en fases juveniles de otros reptiles. Se aprecian diferencias entre ambas especies, así *Chamaeleo calyptratus* suponían el 62.5% de los casos frente a los 37.5% de *Furcifer pardalis*.

En camaleones juveniles de ambas especies, el cuadro clínico diagnosticado fue el de raquitismo (56 casos). Los huesos largos se deformaron (Figura 74) dificultando la sujeción y deambulación en el 98.2% (55 casos), mientras que aparecía el engrosamiento de las uniones osteocondrales de las costillas en el 85.7% (48 casos), lo que repercutió en la capacidad de cambio de forma del animal (dificulta el aplanamiento y ensanchamiento del cuerpo), por lo que los animales afectados presentaron alteraciones en la termorregulación, debido a la dificultad para poder acceder a las zonas de calor elevadas y por no poder aplanar su cuerpo.



Figura 74: Óseas (a).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* macho juvenil. Presenta cuadro de Enfermedad Metabólica Ósea, con deformidad del casco (por ablandamiento de la cresta dorsal) y extremidades. Se aprecia deformidad de extremidades, con volteo de pinzas de extremidades anteriores, que impide la sujeción. Aunque expone una librea de estrés, se aprecia que el contraste de colores no es el normal de la especie. Fotografía del centro. Detalle del espécimen anterior donde se aprecia la forma en “S” de huesos largos. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* hembra juvenil. Deformación de extremidades.

En 30 casos fue frecuente encontrar fracturas espontáneas de huesos largos (53.6%).

Aunque se ha observado que debido a la forma de deambular los camaleones por la instalación, las caídas son relativamente frecuentes, en el caso de animales afectados por estas alteraciones óseas, se incrementó su aparición por problemas en la sujeción, siendo las consecuencias variables, incluso fracturas de huesos largos (estas fracturas traumáticas están incluidas en las espontáneas pues son difíciles de diferenciar).

Además, en 26 casos se vieron afectados los huesos involucrados en el lanzamiento lingual y posterior recogida, principalmente el hioides, lo que dificultaba el lanzamiento y la puntería (46.4%). Nuestras observaciones sobre la mayor tendencia a la parálisis lingual coinciden con otros autores como McArthur *et al.*, (2004).

En 18 casos (32.1%) se produjeron lesiones en la columna como consecuencia de los traumatismos y la degeneración ósea (Figura 75).



Figura 75: Óseas (b).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* macho juvenil con ablandamiento de la cresta dorsal y alteraciones óseas en extremidades, afectando a huesos largos y carpos. Se aprecia la dificultad que tiene para poder asirse de forma correcta a la rama. Tiene un déficit en coloración. Ha sufrido una agresión por una presa, en la extremidad anterior derecha. Con fracturas espontáneas en húmero y tibia derechos. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus*, macho juvenil. Lesión en columna vertebral provocada por traumatismo y Enfermedad Metabólica Ósea. Obsérvese en la imagen el cambio de coloración desarrollado desde la lesión en dirección caudal

En animales adultos (27 casos) se han observado con más frecuencia ablandamientos mandibulares en 7 (25.9%) que dejan exteriorizada la punta de la lengua, lo que propició la aparición de lesiones linguales y estomatitis, dificultando además la aprehensión de la presa. Se produjeron trastornos del tránsito digestivo que llegaron a provocar incluso prolapsos de colon (Figura 76, fotografía de la izquierda).



Figura 76: Óseas (c).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* hembra. Ablandamiento y deformidad de cráneo, afectando a cresta dorsal y mandíbula. El animal no pueda cerrar la boca y se propician las lesiones labiales y linguales, aparición de estomatitis y queilitis. Presenta prolapso de colon por cloaca. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* hembra. Afectación de columna vertebral.

Las principales causas detectadas en adultos, en 16 casos (59.3%), fueron el hiperparatiroidismo nutricional secundario y el exceso de estrógenos en hembras, tal y como se ha descrito por Mans y Braun (2014), Johnson (2004) y Johnson III *et al.* (2016). Otro 37% (10 casos) de estas alteraciones óseas han estado asociado al desequilibrio en el balance Calcio:Fósforo y/o una hipervitaminosis A, por aportar dietas inadecuadas a las presas o un exceso de suplementos, existiendo una descalcificación con una hipercalcemia; causas descritas por varios autores (Calvert 2004b; Hoby *et al.*, 2010; McFadden, 2016).

Las hembras adultas, tras ovoposiciones sucesivas en un espacio corto de tiempo, pueden acabar descalcificadas (Figura 76, fotografía de la derecha) por lo que, progresivamente, tuvieron mayor tendencia a sufrir distocias, como reflejan Johnson (2004) y Watson (2016).

El casco fue una de las zonas más afectadas por la descalcificación, provocando deformidades y ablandamiento de la cresta dorsal y parietal, principalmente en *Chamaeleo calyptratus* en el 94% de los casos, en todas las edades y sexos.

Se constató que el hiperparatiroidismo renal secundario y la osteomalacia que puede provocar, es posiblemente más frecuente de lo que se diagnostica, por la dificultad que existe para diferenciarlo del hiperparatiroidismo nutricional secundario (Johnson, 2004; Johnson III *et al.*, 2016). En general, se aprecia que las consecuencias de este tipo de procesos óseos son aún más graves en hembras. La debilidad ósea, consecuente a una descalcificación, empeorará en las fases de movilización de reservas de calcio para la formación de la cáscara del huevo y en la ovoposición. En las hembras afectadas será más frecuente la aparición de distocias y otras complicaciones orgánicas aunque no hayan existido puestas sucesivas.

Se concluye que es conveniente preparar adecuadamente a las hembras, antes de iniciar la época reproductiva, con un aporte correcto de nutrientes, incluyendo minerales. Las hembras grávidas necesitan termorregularse de forma correcta, pues requieren, además de la fotobiosíntesis de vitamina D, poder incrementar las fases de *soleado* para realizar de este modo un desarrollo adecuado de los folículos y los huevos. Influye, junto con la dieta, en la calidad de vitelo, grosor de cáscara y tamaño del huevo, coincidiendo con los datos reflejados, entre otros autores, por Holick *et al.* (1971), Holick y Clark (1978), Holick *et al.*, (1995), Packard y Clark (1996), Holick (1999), Ferguson *et al.*, (2002), Jones *et al.*, (1996), Ferguson *et al.*, (2003), Adkins *et al.*, (2003), Ferguson *et al.*, (2005), Karsten *et al.*, (2009a); Herrel (2014), Wilkinson (2015)

#### 4.3.2.4. Reproductivas

De los 545 casos registrados, 82 sufrían alguna de estas alteraciones (frecuencia 15%), solas o junto con afecciones de otros sistemas orgánicos. La asociación más frecuente eran las de 3 procesos conjuntos (Tabla 23).

Tabla 23: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 45				
Totales	82	1	2	3	4	5	>5
REPRODUCTIVAS		37	5	32	5	-	3
FRECUENCIA %			11.1%	71.1%	11.1%	-	6.7%
		45.1%	54.9%				

La frecuencia en hembras era mucho mayor que en machos (Tabla 24), especialmente en *Chamaeleo calyptratus*. Fueron las causadas por deficiencias en la instalación, en un 90.9% de

los casos, que impedían un desarrollo adecuado del comportamiento reproductor, y las derivadas de la cría en cautividad, como describe Álvarez Carrión (2008).

En la Tabla 24 se observaron diferencias significativas muy marcadas entre sexos, existiendo una mayor frecuencia en hembras ( $\chi^2= 153.000$ ;  $p<0.05$ ), y una mayor correlación entre enfermedades reproductivas y la especie *Chamaeleo calyptratus* ( $\chi^2= 5.505$ ;  $p<0.05$ ).

Tabla 24: Número de casos de enfermedades reproductivas, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE		CASOS		CASOS DE ENFERMEDADES REPRODUCTIVAS		FRECUENCIA %	
♂		362		5		1.4%	
♀		183		77		42%	
Cc*		374		65		17.3%	
♂	♀	242	132	2	63	0.8%	47.7%
Fp		171		17		9.9%	
♂	♀	120	51	3	14	2.5%	27.5%

Analizando la distribución de enfermedades simples y múltiples con las variaciones entre especies y sexos (Tabla 25) se observó que las diferencias entre sexos eran muy marcadas.

Tabla 25: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO	ENFERMEDADES									
	SIMPLE		MÚLTIPLES 45							
	1	2	3	4	>5	1	2	3	4	>5
♂ 5	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-
FRECUENCIA %	60%	-	40%	-	-	-	-	-	-	-
♀ 77	34	5	30	5	3	-	-	-	-	-
FRECUENCIA %	44%	6.5%	40%	6.5%	4%	-	-	-	-	-
Cc 65	26	-	31	5	3	-	-	-	-	-
FRECUENCIA %	40.1%	-	47.5%	7.6%	4.7%	-	-	-	-	-
♂ 2      ♀ 63	1	25	-	-	1	30	-	5	3	-
FRECUENCIA %	50%	39.7%	-	-	50%	47.6%	-	7.9%	4.8%	-
Fp 17	11	5	1	-	-	-	-	-	-	-
FRECUENCIA %	64.7%	29.4%	5.9%	-	-	-	-	-	-	-
♂ 3      ♀ 14	2	9	1	4	-	1	-	-	-	-
FRECUENCIA %	66.7%	64.3%	33.3%	28.6%	-	7.1%	-	-	-	-

Se aprecia que en las hembras se produjeron principalmente cuadros clínicos de 3 procesos, asociándose a las enfermedades reproductivas, las alteraciones renales y las óseas.

Las de 2 procesos conjuntos que se han detectado en hembras, junto con las enfermedades reproductivas, son las asociaciones con enfermedades tegumentarias y oftálmicas. En las de 4 procesos, se añaden a las reproductivas, las renales, las óseas y las digestivas. Y por último en las de más de 5 asociaciones clínicas se suman a las reproductivas, las tegumentarias y oftálmicas, las nutricionales, las respiratorias y los problemas circulatorios.

En *Chamaeleo calyptrotatus*, se han registrado un mayor número de casos que en *Furcifer pardalis* por lo que las asociaciones de enfermedades se han podido valorar de una forma más detallada.

Los problemas asociados al mantenimiento y cría en cautividad se detectaron en ambas especies. En base a la experiencia clínica, se ha ido percibiendo una disminución gradual del tamaño y de la corpulencia de los individuos (Tabla 26) y una disminución del tamaño, así como una menor diferenciación y desarrollo de los atributos especie-específicos (tamaño del casco y crestas, principalmente la cresta parietal de *Chamaeleo calyptrotatus* y de la protuberancia que presentan los machos de esta especie desde su nacimiento, denominado espolón, que permite determinar el sexo desde recién nacidos).

Tabla 26: Comparativa de tamaños registrados en bibliografía y en la clínica.

<b>TAMAÑO REGISTRADO EN BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>DISMINUCIÓN DE TAMAÑO (Registrado a lo largo de 19 años en el Centro veterinario)</b>
<p><i>Chamaeleo calyptrotatus calyptrotatus</i> (Tilbury 2010)</p> <p>-Machos: longitud total 48.5cm, cuerpo 21cm, cola 27.5cm</p> <p>-Cresta parietal 8.5cm</p> <p>-Hembras: longitud total 40.5cm, cuerpo 18cm, cola 22.5cm</p>	<p>-Machos: longitud total 30-32cm</p> <p>-Cresta parietal 4.5-6-7cm</p> <p>-Hembras: longitud total 24-27cm</p> <p>En ambos sexos se mantiene la correlación entre longitud corporal y longitud de cola</p> <p>Durante el periodo de estudio se ha comercializado una variante holandesa de esta especie que tenía un tamaño más cercano a los datos bibliográficos</p>
<p><i>Furcifer pardalis</i></p> <p>-Machos: longitud total 52cm (no suelen sobrepasar los 40cm) y hembras bastante más pequeñas (Nečas, 2004c)</p> <p>-Machos 31-46cm (New, 2015)</p> <p>-Hembras 25-35cm (New, 2015)</p>	<p>Sin poder definir la variedad exacta pues la mayoría de los animales revisados son producto de hibridaciones entre ellas. Se ha apreciado principalmente una disminución de la corpulencia y longitud de los especímenes</p> <p>-Machos: longitud total 23-28cm</p> <p>-Hembras: 18-20cm</p>

Las observaciones realizadas indican que esta disminución progresiva de la longitud total y corpulencia puede tener consecuencias sobre el número de huevos por puesta y un incremento gradual de la tendencia a distocias causadas por huevos malformados, o huevos proporcionalmente mayores en relación al menor desarrollo de las hembras, que también pueden provocar problemas de ovoposición.

En *Furcifer pardalis*, dadas las variaciones de color que de forma natural tiene esta especie y la posibilidad de cruce entre ellas, la cría en cautividad ha derivado en la existencia de mezclas entre ellos con un elevado grado de consanguinidad, repercutiendo en la variabilidad genética y prolificidad, tal y como señalan Grbic *et al.*, (2015), datos que

coinciden con las observaciones realizadas a lo largo de los años de ejercicio clínico con estos animales.

Nuestros datos sugieren que, en *Chamaeleo calyptratus*, los problemas de cría se derivan de su gran prolificidad y posiblemente de la irrupción en el mercado de individuos criados sin control, en muchos casos, progenie de parentales consanguíneos.

#### 4.3.2.4.1. Machos

En el 80% de los machos se observaron fases de celo excesivamente largas que propiciaron un incremento del tamaño de los hemipenes durante periodos demasiado prolongados. Pudieron estar causadas por estrés etológico asociado a diferentes estímulos constantes, como la existencia de reflejos en las paredes del terrario (por el efecto espejo que pueden propiciar las iluminaciones artificiales), que estimularon la confrontación macho-macho, o la visualización de hembras, aunque estén en instalaciones separadas.

Estos estímulos provocaron en el 60% de los casos la exteriorización de los hemipenes durante periodos prolongados, que propiciaron la inflamación del órgano y la imposibilidad de revertirlo como se describe en otros reptiles por autores como Funk (2002), Barten (2006b) y Watson (2016). La necrosis, traumatismos o infecciones eran menos frecuentes (40% de los casos) que lo que indican en otros reptiles diversos autores Funk (2002), Johnson (2004), así como Barten (2006b) y Watson (2016).

Aunque en este apartado solo se han contabilizado las enfermedades que han supuesto la resección quirúrgica de alguno de los hemipenes, se ha registrado también, que en *Furcifer pardalis* y *Chamaeleo calyptratus* se formaban tapones en los hemipenes por acumulación de desechos, cuya causa no se conoce con certeza, como también indica Johnson (2004) en otros reptiles.

En las observaciones realizadas, los machos exteriorizan de forma periódica los hemipenes, para eliminar la acumulación de desechos. Nuestros registros sugieren que si este proceso no se produce con la frecuencia normal, se van acumulando y pueden producir lesiones por compresión o infección de los hemipenes y cloaca, e incluso, en un 40% de los casos, de forma retrógrada hasta los testículos (registrado en necropsias) (Álvarez-Carrión, 2008).

El problema de formación de tapones en los hemipenes se detectaron con más frecuencia en *Chamaeleo calyptratus*, en 8 de cada 10 machos subadultos o adultos explorados. Sin embargo, en los casos estudiados (242) se llegó a producir prolapso del hemipene afectado en el 0.8% de los casos (Figura 77. Fotografía de la izquierda). Por su parte en *Furcifer pardalis*, el 2.5% de machos subadultos o adultos explorados (120) se produjo la exteriorización prolongada de hemipenes en subadultos de cruces entre diferentes variedades o morfos (Figura 77. Fotografía de la derecha). Las frecuencias de procesos de prolapso que requieran intervención quirúrgica son muy bajas con respecto al total de machos estudiados.

La vigilancia de la formación de tapones y su eliminación constituyen la mejor prevención de patologías de hemipenes en camaleones.



Figura 77: Prolapsos de hemipenes.

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus*. Prolapso de hemipene con lesión del *ápex*. Fotografía de la derecha. *Furcifer pardalis* con prolapso de uno de los hemipenes. Inflamación visible del *ápex* y del *truncus* del hemipene.

#### 4.3.2.4.2. Hembras

Las alteraciones o enfermedades más frecuentes en hembras de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* son los estasis foliculares y las retenciones postovulatorias, por no poder realizar correctamente la ovoposición (Álvarez-Carrión, 2008). Como se describe por otros autores Funk (2002), Johnson (2004), Denardo (2006c) y Watson (2016) para otros reptiles, las condiciones térmicas, malnutrición, deshidratación, enfermedades metabólicas e infecciones pueden ser las causas no obstructivas de distocias. La causa no ambiental que se ha registrado con más frecuencia en camaleones es la Enfermedad Metabólica Ósea (Álvarez-Carrión, 2008).

En ambas especies hemos determinado que la principal causa de distocia es la inaccesibilidad a zonas de puesta adecuadas, lo que conduce a la retención postovulatoria. La denominamos *distocia ambiental* (Álvarez-Carrión, 2016).

En cautividad los parámetros ambientales pueden ser causa de la imposibilidad de puesta: falta de espesor o características físicas del sustrato que impidan o dificulten la excavación del nido, falta de espacio, estrés térmico (por el control térmico, los gradientes inadecuados y la falta de temperatura en la zona de anidado), deficiencias en alimentación y estrés lumínico (las deficiencias de calidad y cantidad de iluminación pueden colaborar a las alteraciones en la reproducción). Estos datos han sido registrados como etología de estos procesos en otros reptiles por diversos autores Jones *et al.*, (1996), Ferguson *et al.*, (2003), Adkins *et al.*, (2003), Ferguson *et al.*, (2005), Denardo (2006c), Karsten *et al.*, (2009a), Herrel (2014) y Wilkinson (2015).

Se ha observado que, además de las causadas por el mantenimiento en cautividad, había alteraciones reproductivas frecuentes que están determinadas por las características específicas de cada una de las especies estudiadas y causas producidas por la cría en cautividad.

En la bibliografía, Reason y Reason (1993) describen que las hembras de *Chamaeleo calyptratus* alcanzan la madurez sexual a los 4-6 meses de edad, y el tamaño adulto al año, aunque el pleno desarrollo corporal se alcanzaría más tarde (Nečas 2004b). Sin embargo, según Schneider (2007), alcanzan la madurez a los 3-4 meses, y el tamaño máximo a los 8 meses, todas ellas sin especificar si son datos de cautividad.

Nuestros datos indicaron que alcanzaban la madurez sexual a los 3-4 meses, pero no llegaban a tener el tamaño corporal adulto referido en la bibliografía por Tilbury (2010) y New (2015), ni a los 8 meses como describe Schneider (2007), ni más tarde (Nečas 2004b). Además, se ha apreciado que se altera la estacionalidad de sus ciclos reproductivos, ya que en libertad se dan en septiembre-octubre, y nosotros los hemos registrado en los meses de marzo y abril y en los meses de noviembre a enero; e incluso en ambas épocas en el mismo año. En el año 2005, y de forma excepcional, registramos puestas en junio.

*Chamaeleo calyptratus* tiene una alta prolificidad y puede realizar puestas infértiles sin presencia de macho (Nečas 2004b). Paradójicamente, esta especie es la que tiene una mayor tendencia a la retención preovulatoria o estasis folicular (55.6% de los casos) y a las retenciones postovulatorias (44.4%).

La aparición de estos problemas en *Furcifer pardalis* ha ido aumentando progresivamente coincidiendo con el incremento de especímenes híbridos y/o con épocas de puesta no habituales. En esta especie, las alteraciones que se produjeron con más frecuencia fueron: los solapamientos de foliculogénesis con aparición de superovulaciones (21.4%), activaciones y desactivaciones foliculares (21.4%) ovulaciones y puestas consecutivas (28.6%) e, incluso al mismo tiempo, foliculogénesis y gestación (14.3%).

Las hembras afectadas de Enfermedad Metabólica Ósea (EMO) tienen una mayor tendencia a la retención preovulatoria (Figuras 78 y 79) y a las retenciones postovulatorias. Es una de las causas descritas en la bibliografía consultada Funk (2002), Johnson (2004) y Watson (2016).

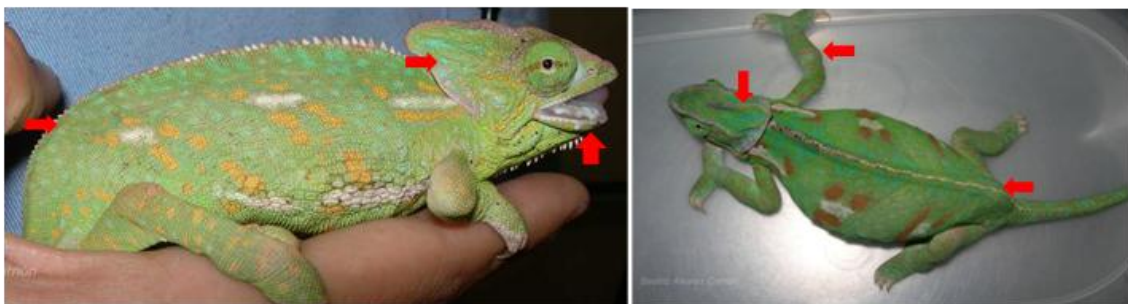


Figura 78: Retención preovulatoria.

*Chamaeleo calyptratus* retención preovulatoria en hembra afectada de EMO con lesiones en huesos largos, columna, mandíbula y casco, (vista lateral y dorsal).

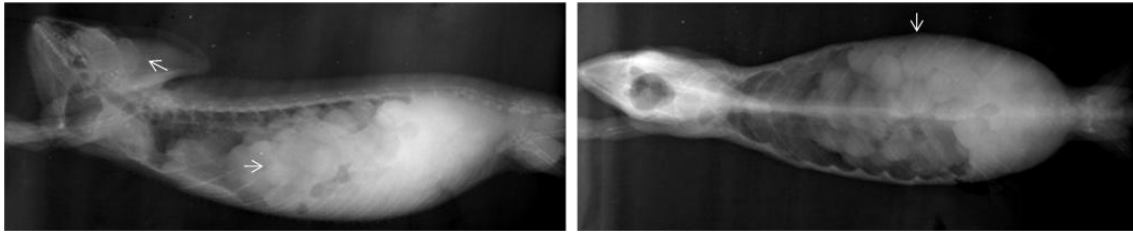


Figura 79: Radiografías de una retención preovulatoria.

*Chamaeleo calypttratus* hembra. (Paciente anterior Figura 78) Radiografía latero-lateral y dorso-ventral donde se aprecian los folículos y la mala definición ósea, con disminución de densidad por la EMO.

En *Chamaeleo calypttratus* en el 75% de los casos de retenciones postovulatorias, la descalcificación sobrevino tras sucesivas puestas (como ya se ha referido en las alteraciones óseas), provocando que la hembra tuviera un agotamiento físico y unas carencias nutricionales que impidieron realizar la ovoposición. La retención provocó sobrecalcificación de la puesta que, a su vez, empeora el proceso óseo (Figura 80), en los estudios radiográficos se aprecia la falta de densidad ósea.

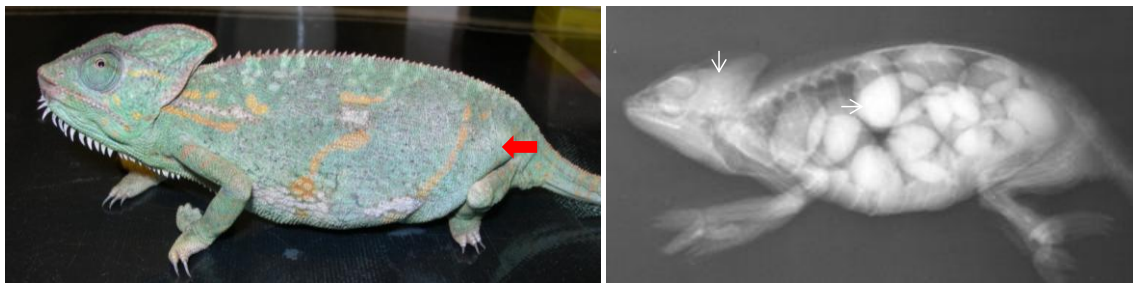


Figura 80: Retención postovulatoria.

*Chamaeleo calypttratus* hembra en fase de gestación avanzada (se aprecia la protrusión de los huevos). Afectada de descalcificación. Radiografía latero-lateral. Se aprecia la sobrecalcificación de los huevos de gran tamaño en relación al tamaño corporal de la hembra y la ocupación completa de la cavidad celómica. Se aprecia la pérdida de nitidez ósea, especialmente a nivel craneal y la falta de definición radiológica.

En las retenciones postovulatorias de ambas especies, las distocias obstructivas en *Chamaeleo calypttratus* supusieron un 17.9% y en *Furcifer pardalis* el 14.3%, ya fueran por un tamaño excesivo de los huevos o porque, aunque el tamaño de los huevos fuera normal para la especie, eran demasiado grandes para el desarrollo corporal de las hembras, que alcanzaban la madurez sexual antes de haber alcanzado el tamaño corporal adulto habitual; o debidas a alteraciones del salpingio (Figuras 81 y 82).

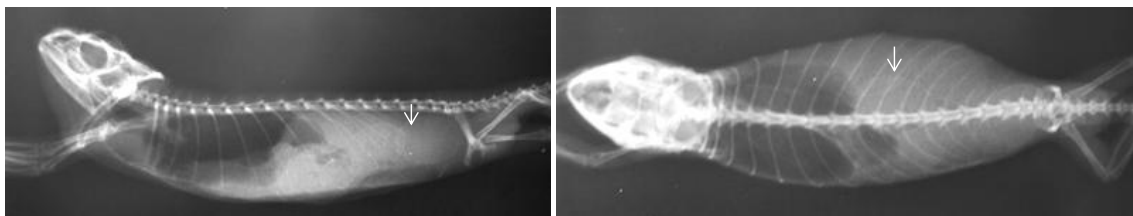


Figura 81: Huevos de gran tamaño.

*Furcifer pardalis*. Distocia provocada por huevos de gran tamaño.

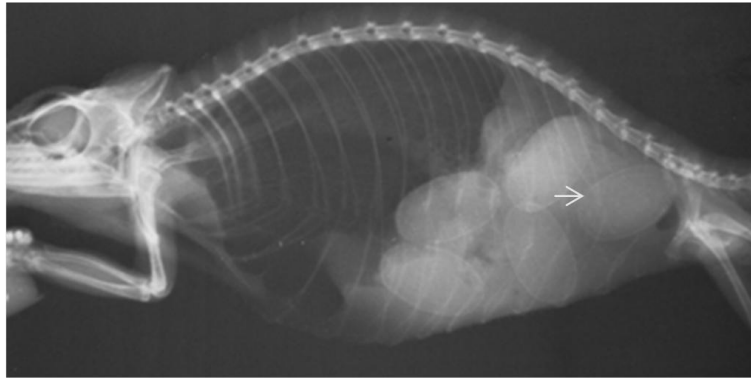


Figura 82: Huevos sobrecalcificados (a).

*Furcifer pardalis* con huevos sobrecalcificados (se aprecia la cáscara muy marcada y en el situado cercano al canal del parto, una doble capa que puede hacer sospechar de adherencias al salpingio, hecho que fue confirmado en cirugía). Calcificación adecuada de la hembra.

En *Chamaeleo calyptratus* se registraron con menos frecuencia (7.1%) la imposibilidad de puesta debido a causas extra genitales como, por ejemplo, incremento del tamaño renal (Figura 83).

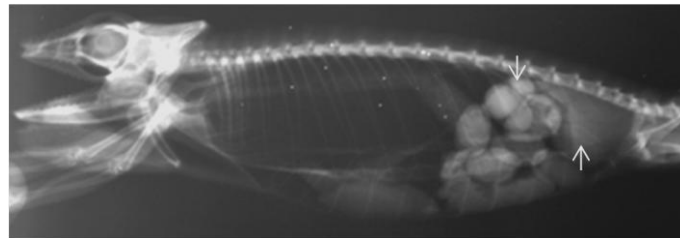


Figura 83: Huevos sobrecalcificados (b).

*Furcifer pardalis* con huevos sobrecalcificados, en número muy escaso, de pequeño tamaño y aumento de tamaño renal.

Los cuerpos extraños o cálculos en vejiga, que estrechan el canal del parto, referidas en otros reptiles por Denardo (2006c), no se ha observado en camaleones durante la investigación. Tampoco se han registrado prolapsos del aparato genital femenino.

Un control incorrecto de la humedad relativa y ventilación durante la incubación propició la muerte fetal y el enmohecimiento de los huevos. En las observaciones en neonatos en un 89.3% de los casos, tenían una repercusión importante en la conformación ósea, entre otras alteraciones post eclosión, las incubaciones cortas, y sin variaciones de temperatura día/noche, que no permitieron un desarrollo correcto del embrión.

#### 4.3.2.5. Respiratorias

De los 545 casos registrados, 45 sufrían alguna de estas alteraciones (frecuencia 8.2%).

En este apartado del estudio solo se han contabilizado las enfermedades respiratorias primarias, por eso la frecuencia es tan baja, pero se ha de tener en cuenta que al no existir diafragma y estar todos los órganos en una sola cavidad, en el desarrollo de otros cuadros clínicos que suelen ser procesos primarios o más relevantes, principalmente digestivos, renales y reproductivos, se pueden ver afectados los órganos respiratorios de forma secundaria y a la inversa. De hecho la mayoría de las presentaciones fueron procesos múltiples (Tabla 27).

Tabla 27: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 40				
Totales	45	1	2	3	4	5	>5
RESPIRATORIAS		5	15	25	-	-	-
FRECUENCIA %			37.5%	62.5%	-	-	-
		11.1	88.9%				

Tabla 28: Número de casos de enfermedades respiratorias, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE	CASOS	CASOS DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS		FRECUENCIA %			
♂	362	28		7.7%			
♀	183	17		11.3%			
<b>Cc*</b>	374	39		10.4%			
♂	♀	242	132	24	15	9.9%	49.2%
<b>Fp</b>	171	6		3.5%			
♂	♀	120	51	4	2	3.3%	3.9%

Se ha observado (Tabla 28) que las enfermedades respiratorias tienen una mayor frecuencia en *Chamaeleo calyptratus* siendo una diferencia estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 7.499$ ;  $p < 0.05$ ).

Tabla 29: Número de enfermedades simples y múltiples, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO		ENFERMEDADES					
		SIMPLE		MÚLTIPLES 40			
		1	2	3			
♂ 28		4	9	15			
FRECUENCIA %		14.3%	32.1%	53.6%			
♀ 17		2	6	10			
FRECUENCIA %		11.8%	35.3%	55.8%			
Cc 39		1	13	25			
FRECUENCIA %		2.6%	33.3%	64.1%			
♂ 24	♀ 15	-	1	8	5	16	9
FRECUENCIA %		-	6.7%	33.3%	33.3%	66.7%	60%
Fp 6		4	2	-			
FRECUENCIA %		66.7%	33.3%				
♂ 4	♀ 2	3	1	1	1	-	-
FRECUENCIA %		75%	50%	25%	50%		

Analizando las asociaciones (Tabla 29) que se registraron, se observa que en ambos sexos las principales son las de 3 enfermedades.

En machos se vieron cardiopatías concomitantes junto con enfermedades renales, mientras que en hembras fueron las reproductivas o renales las que se sumaban más frecuentemente.

Las observaciones realizadas sobre la etiología ambiental coinciden con las reseñadas por Chitty (2004) en ofidios, sobre hipertermias/hipotermias, exceso o defecto de humedad ambiental, deficiencias en limpieza de la instalación y dimensiones inadecuadas del terrario.

El parámetro ambiental más relevante, fue la temperatura en el 97.7% de los casos (42), como causa predisponente o determinante de enfermedades respiratorias. En el 95.2% de estos casos era debido a la carencia de gradientes térmicos, principalmente al no existir descensos nocturnos. En el 47.6%, las deficiencias de control térmico se relacionaron con una ventilación inadecuada de la instalación, por lo que la renovación de aire y el control de la humedad ambiental no eran los necesarios. En el 54.8%, el problema de temperatura fue por las dimensiones del terrario, ya que no se facilitaba una altura adecuada para propiciar la existencia de gradientes térmicos dentro de la instalación que permitieran al animal seleccionar su TCP. Por lo tanto, la estructura del terrario, incluyendo en este concepto la forma, tamaño y lugar de colocación de los sistemas de ventilación, tuvo un papel fundamental en los procesos respiratorios registrados.

En el 79% de los problemas respiratorios existían deficiencias en el sistema de control de humedad en la instalación y en el 4.7% de los casos, también influyó en este tipo de procesos que no se realizaba una limpieza periódica correcta de la instalación, deficiencia que puede ser aun más importante en zonas como la ciudad de Madrid donde la contaminación ambiental es, en muchos momentos, muy elevada.

#### 4.3.2.5.1. Infecciones respiratorias bacterianas

De los casos registrados, la mayoría pertenecen a este grupo etiológico. Como causa primaria fueron 43 casos (95.5%). En los que se realizó cultivo microbiológico, se detectaron *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. y *Aeromonas* spp., datos que coinciden con los reflejados por Schumacher (2011) y Beaufrère *et al.*, (2016) que las describe como bacterias saprofitas en camaleones.

En animales deshidratados se detectaron ruidos respiratorios que pueden confundirse con problemas pulmonares. Por ello, la auscultación se realizó de forma metódica y con fonendoscopios de características adecuadas al tamaño del animal. Fueron una ayuda imprescindible las técnicas de diagnóstico por imagen, en especial la radiografía (realizada con película de mamografía). Se han observado detalles radiológicos que no son auscultables y que permiten diagnosticar procesos respiratorios en camaleones (Figura 84).

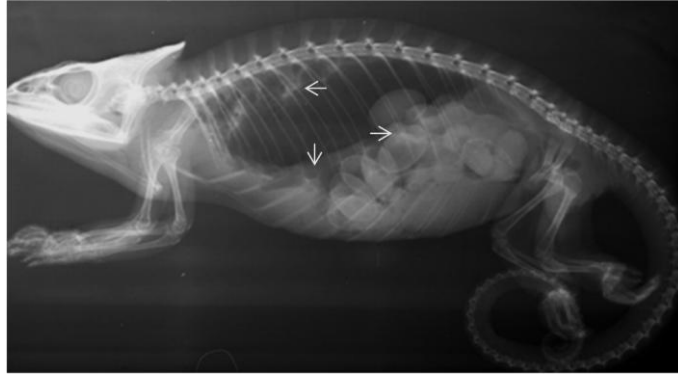


Figura 84: Respiratorias bacterianas (a).

*Furoifer pardalis* hembra gravida afectada de alteración respiratoria en la zona dorso craneal y edema en cavidad celómica.

En ocasiones (41.9%) se pudo observar que aunque la causa bacteriana era la que provoca síntomas en el animal, existía una alteración renal primaria que producía en un 50% de los casos, hiperparatiroidismo renal secundario que, a su vez, puede provocar calcificaciones ectópicas en vasos pulmonares (Figura 85); el otro 50%, presentaban edemas que comprimían los pulmones (Figura 86).

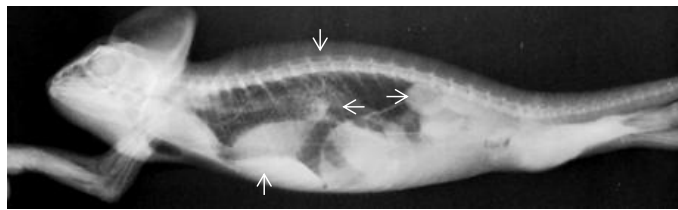


Figura 85: Respiratorias bacterianas (b).

*Chamaeleo calytratus* macho con densidad ósea anormal (sobrecalcificado), con calcificaciones ectópicas implicando vasos, incluidos los pulmonares, parénquima pulmonar con zonas radiopacas, hepatomegalia, enteritis, silueta cardíaca aumentada, nefromegalia y testículos agrandados (fisiológico en fases de celo) pero, en este caso, se trata de un individuo demasiado joven para poder considerarlo como un pico hormonal de adulto.

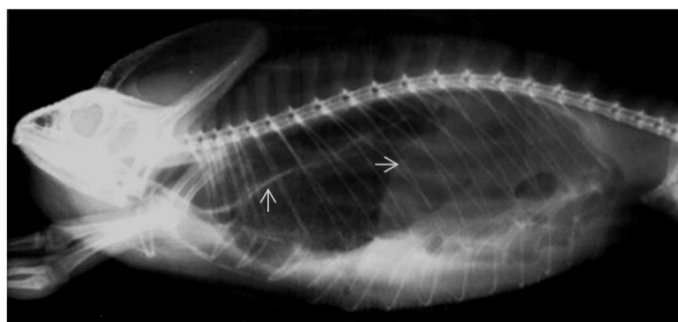


Figura 86: Respiratorias bacterianas (c).

*Chamaeleo calytratus* macho con afectación pulmonar, vasos pulmonares con radiopacidad anormal, nefromegalia y edema en cavidad celómica.

En las hembras, se registró un 33.3% de casos, relacionadas con alteraciones reproductivas.

En el 58.1% de los casos, los problemas pulmonares y renales estaban asociados a cardiopatías que se diagnosticaron postmortem.

En 30 de los casos se sospechó, por la anamnesis y el cuadro clínico, de la existencia de una hipovitaminosis A previa que pudo propiciar las infecciones oportunistas como describe Murray (2006) y procesos digestivos como reseñan Mehler y Bennett (2006).

#### 4.3.2.5.2. Parasitosis respiratorias.

En las observaciones realizadas en el estudio, los endoparásitos específicos de sistema respiratorio (*Rhabdias* spp y *Entomelas* spp) son poco frecuentes en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* criados en cautividad (4.4%).

No se han diagnosticado los géneros *Raillettiella* spp y *Sambonia* spp han sido localizadas en diferentes especies de reptiles, entre ellos en los camalones como describe Beaufrère *et al.*, (2016).

#### 4.3.2.6. Renales

De los 545 casos registrados, 196 sufrían alguna de estas alteraciones (frecuencia 36%), generalmente, asociadas con otras enfermedades (Tabla 30).

Tabla 30: Número y frecuencia de enfermedades óseas simples y múltiples.

		ENFERMEDADES					
		SIMPLE	MÚLTIPLES 183				
Totales	196	1	2	3	4	5	>5
RENALES		13	115	47	15	2	4
FRECUENCIA %			62.8%	25.7%	8.2%	1.1%	2.2%
		6.6%	93.4%				

Todos los casos registrados en este apartado corresponden a animales afectados por deshidrataciones intensas (Tabla 31 Se observó con una mayor frecuencia en *Chamaeleo calyptratus* ( $\chi^2= 8.023$ ;  $p<0.05$ ), pero no se observan diferencias significativas entre sexos.

Tabla 31: Número de casos de enfermedades renales, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc *Chamaeleo calyptratus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

SEXO ESPECIE	CASOS		CASOS DE ENFERMEDADES RENALES		FRECUENCIA %		
♂	362		124		34.3%		
♀	183		72		39.3%		
<b>Cc*</b>	374		149		39.8%		
♂	♀	242	132	96	53	39.7%	40.2%
<b>Fp</b>	171		47		27.5%		
♂	♀	120	51	28	19	23.3%	37.3%

En este grupo de enfermedades hemos encontrado las asociaciones más complejas (Tabla 32), registrándose principalmente las de 2 enfermedades.

En machos, las asociaciones de 2 procesos más habituales fueron con problemas digestivos (33.3%) o tegumentarios y oftálmicos (30.6%). Sin embargo, en hembras eran con reproductivas (36%). Las de 3 procesos conjuntos se sumaban a las reseñadas para las asociaciones de 2, las tegumentarias y oftálmicas en ambos sexos. En las asociaciones de 4, se añadieron a los procesos descritos con anterioridad, los respiratorios; en las de 5, se sumaron los óseos. Y en las asociaciones de más de 5 procesos fueron cuadros multisistémicos.

Tabla 32: Número de casos de enfermedades renales, frecuencias por especie y sexo.

\*Abreviaturas: Cc, *Chamaeleo calyptatus*; Fp, *Furcifer pardalis*.

DISTRIBUCIÓN POR ESPECIE Y SEXO	ENFERMEDADES											
	SIMPLE		MÚLTIPLES 183									
	1	2	3		4		5		>5			
♂ 124	7	83	26		6		-		2			
FRECUENCIA %	5.6%	67%	21%		4.8%		-		1.6%			
♀ 72	6	32	21		9		2		2			
FRECUENCIA %	8.3%	44.4%	29.2%		12.5%		2.8%		2.8%			
Cc* 149	9	88	39		10		1		2			
FRECUENCIA %	6%	59%	26.2%		6.8%		0.7%		1.3%			
♂ 96    ♀ 53	5	4	64	24	22	17	4	6	-	1	1	1
FRECUENCIA %	5.2%	7.6%	66.7%	45.3%	22.9%	32%	4.2%	11.3%	-	1.9%	1%	1.9%
Fp* 47	4	27	8		5		1		2			
FRECUENCIA %	8.5%	57.4%	17%		10.6%		2.2%		4.3%			
♂ 28    ♀ 19	2	2	19	8	4	4	2	3	-	1	1	1
FRECUENCIA %	7.1%	10.5%	67.9%	42.1%	14.3%	21%	7.1%	15.8%	-	5.3%	3.6%	5.3%

#### 4.3.2.6.1. Enfermedades renales

En los todos los casos estudiados, las alteraciones renales fueron provocadas por deshidratación. Se ha tenido en cuenta a la hora de valorar las frecuencias, que estas especies de camaleones suelen sufrir procesos de deshidratación leves, pero mantenidos (88.3%) de curso crónico, que fueron dañando de forma progresiva la funcionalidad renal y que muchas veces se ven enmascaradas por otras alteraciones; resultaron de más difícil diagnóstico que los agudos (11.7%). Datos ya descritos por Álvarez-Carrión (2015)

Según nuestros datos, la causa principal que propició estos procesos fue un mantenimiento incorrecto, sobre todo por las deficiencias en la humedad ambiental (97.4%), parámetro íntimamente relacionado con la ventilación. Además, en algunos casos (24.5%) se asoció a la carencia de un correcto gradiente térmico en la instalación.

Se ha de tener en cuenta que las especies que necesitan el aporte de agua líquida en movimiento (gotas de rocío, lluvia, etc) son más propensas a la deshidratación (Mans y Braun, 2014). Además, en animales insectívoros gran parte del aporte hídrico se consigue de la ingestión de las presas por lo que se ha de valorar el grado de hidratación y alimentación de forma correcta a los animales presa para que sean una buena fuente hídrica para el reptil, ya que el agua metabólica que es obtenida por el animal al oxidar los nutrientes contenidos en la presa supone un aporte mucho menor (Pough *et al.*, 1998; Wilms, 2008a).

En cuanto a las manifestaciones clínicas, en *Furcifer pardalis* se observó el hundimiento de la zona situada entre las crestas laterales (Figura 87, fotografía de la izquierda), la cresta dorsal y parietal y en *Chamaeleo calyptratus* los laterales de la gran cresta parietal (Figura 87, fotografía de la derecha). Posiblemente la reserva de grasa y la acumulación de agua que poseen en esas zonas, sea movilizadas en las fases de deshidratación (Álvarez-Carrión, 2015).

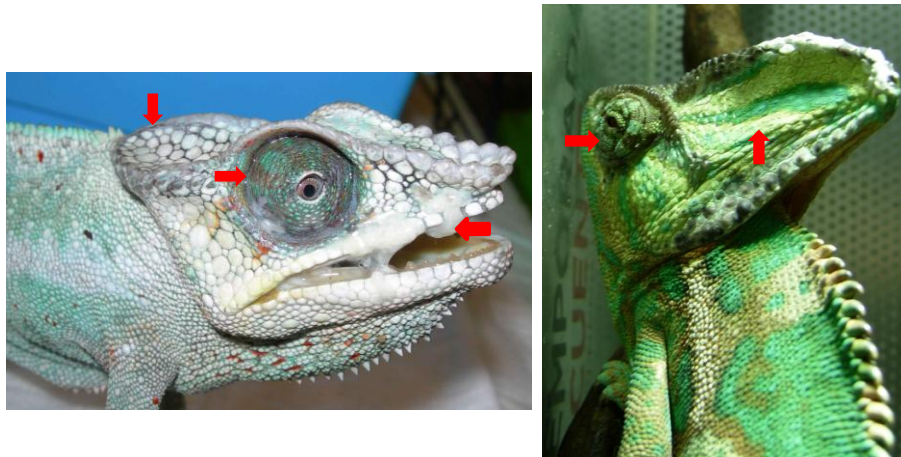


Figura 87: Enfermedades renales (a).

Fotografía de la izquierda. *Furcifer pardalis* macho, muy deshidratado, con hundimiento ocular y saliva espesa.

Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* con hundimiento de los laterales de la cresta parietal y blefaroedema.

El hundimiento ocular también era un síntoma constante en ambas especies, aunque en algunas ocasiones (65.1% de los casos en *Chamaeleo calyptratus*) se observaron blefaroedemas que enmascaraban la deshidratación.

Los síntomas de deshidratación suelen iniciarse con disecdisis, como reseñan Mans y Braun (2014). Otro síntoma de alteraciones de la función renal fue la aparición de edemas localizados en el 43.8% de los casos (Figura 88) o generalizados (32.1%). Se realizó el diagnóstico diferencial con otras alteraciones nutricionales o sistémicas que podrían provocarlos.

En hembras grávidas a término, se ha observado cierta acumulación fisiológica de líquido en la región gular en 8 de cada 10 hembras revisadas. Además, en esas fases la hembra casi solo puede utilizar para respirar el saco pulmonar gular, y el aumento de tamaño de esa zona se puede confundir con un edema.



Figura 88: Enfermedades renales (b).

*Furcifer pardalis* hembra, con edema gular y cervical. Se aprecia el hundimiento ocular por la deshidratación.

No se han diagnosticado cálculos renales en *Chamaeleo calyptratus* ni, a nivel histopatológico, dilataciones de túbulo renales en *Furcifer pardalis* como se han descrito por Zwart (2006).

La gota, aunque no es una enfermedad renal primaria, esta correlacionada con la deshidratación, hipertermia y falta de acceso a una fuente hídrica. En el 88.4% de los casos de camaleones en que se diagnosticó una deshidratación leve mantenida se apreció la aparición de gota. La más frecuente era la gota visceral (Figura 89) observándose en un 66% de los casos. Con mucha menor frecuencia (34%) se ha observado gota articular (Figura 90). Ambos tipos de gota, visceral y articular, se describen en otros reptiles (Johnson, 2004; McFadden, 2016; Johnson III *et al.*, 2016).

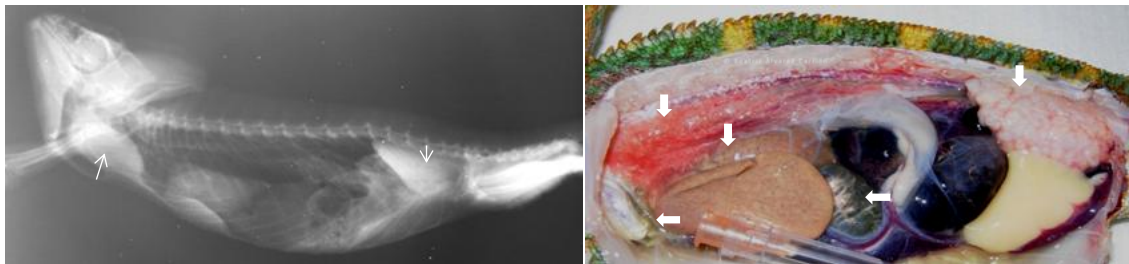


Figura 89: Enfermedades renales (c).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* macho, con EMO, hepatomegalia, colecistitis y cardiomegalia. Silueta renal muy incrementada y radiodensa. Radiodensidad anormal en el corazón (ambas compatibles con gota visceral). Fotografía de la derecha. Necropsia. Se aprecia alteración pulmonar, lipodosis hepática, colecistitis, colestasis, nefromegalia y gota visceral a nivel renal y cardíaca.

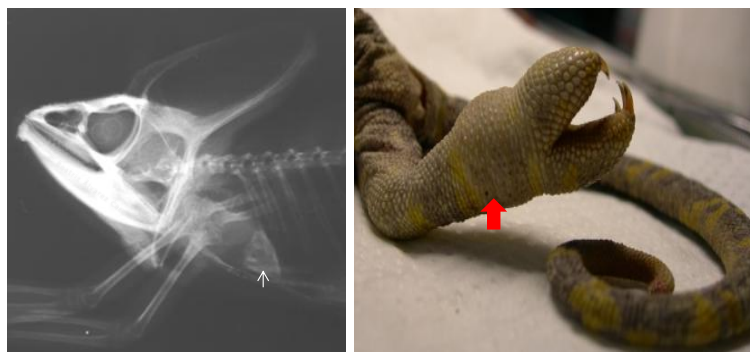


Figura 90: Enfermedades renales (d).

Fotografía de la izquierda. *Chamaeleo calyptratus* macho. Se aprecia en zona ventricular, región apical, acumulación de cristales de ácido úrico produciendo gota visceral. En la articulación mandibular se observa radiodensidad anómala que provocaba problemas de apertura bucal por anquilosis articular. Fotografía de la derecha. *Chamaeleo calyptratus* macho. Gota articular.

El hiperparatiroidismo renal secundario y la osteomalacia progresiva que provoca, con mineralización metastática de tejidos y dando síntomas semejantes al hiperparatiroidismo nutricional secundario como describen Johnson (2004) y Johnson III *et al.*, (2016), pueden confundirse con las alteraciones orgánicas que produce la gota visceral y se observó en el 21.9% de los casos.

#### 4.3.2.7. Nutricionales

De los 545 casos registrados, solo 9 sufrían alguna de estas alteraciones, (frecuencia 2.4%), siendo todos *Chamaeleo calyptratus*. En este apartado se han incluido las causadas de forma primaria por los desequilibrios o deficiencias nutricionales (77.8%) y solo un 22.2% de asociaciones con otras enfermedades.

La causa ambiental que con más frecuencia (77.8%) se ha detectado en las alteraciones de la alimentación fue mantener al animal por debajo o encima de su TCO (hipotermia o hipertermia), provocando una situación de estrés térmico.

Los procesos multicausales que producían disminución de ingesta y por tanto provocaban deficiencias nutricionales, han sido ya incluidos en otros apartados. Los debidos a hiperparatiroidismo nutricional secundario se han contabilizado en alteraciones óseas, las diarreas/heces blandas contabilizadas en el estudio no respondían a causas nutricionales primarias y han sido incluidas en las alteraciones digestivas. Las neurológicas, a excepción de los síntomas de la hipovitaminosis E, se han incluido en óseas y hay casos en que la hipovitaminosis A estaba involucrada en otros problemas orgánicos, principalmente alteraciones oftálmicas y se han incluido en ese apartado.

Aunque no se han incluido en el recuento de casos, durante el periodo de estudio es destacable que en *Furcifer pardalis* neonatos o muy juveniles, se han observado en animales con ratio metabólico reducido, con disminución en frecuencia de muda e ingesta de alimento y retraso en crecimiento, una mejoría clínica al realizar tratamientos activando la función tiroidea. Nos planteamos, como hipótesis a desarrollar en posteriores investigaciones, que en variedades híbridas pueda existir este problema. Como la sospecha es en animales de muy pequeño tamaño, no se ha podido realizar un diagnóstico fiable de hormonas tiroideas, pero se ha constatado empíricamente que ha existido respuesta positiva a la activación de la funcionalidad tiroidea

En las alteraciones provocadas de forma primaria por déficit nutricionales se tuvo en cuenta que estaban producidas por un exceso o defecto de alimento, errores en la cantidad y/o calidad de aportes de suplementos nutricionales y variedad de presas como señalan diferentes autores (Donaghue, 2006; Mans y Braun, 2014 y Wilkinson, 2015) en otros reptiles. Los mismos autores destacan que reequilibrar la dieta es un asunto conflictivo y en constante estudio, debido a las variadas necesidades según edad, sexo, especie, etc. Así como también reseñan que tan malo es un exceso como un defecto a la hora de suplementar la dieta, siendo más difíciles de tratar los excesos.

#### 4.3.2.7.1. Hipovitaminosis A

Los casos incluidos en este apartado suponen el 11.1% de las enfermedades nutricionales. Se observó edema gular, sin haber lesión oftálmica (Figura 91).

La mayoría de los cuadros clínicos provocados por hipovitaminosis A han sido incluidos en otros apartados por prevalecer otros síntomas y ser su carencia una causa concomitante pero no primaria. Aunque principalmente se describe en *Furcifer pardalis* por Mans y Braun (2014), como se ha visto en las alteraciones oftálmicas, también afecta a *Chamaeleo calyptratus*. Los signos sistémicos observados fueron edema gular, edema y/o inflamación palpebral con fotosensibilidad, alteraciones en piel con disecdisis, decaimiento, falta de tono muscular, alteraciones neurológicas, fallos en reproducción y una tendencia aumentada a infecciones como está descrito por Ferguson *et al.*, (1996) y Mans y Braun (2014). (Figura 92).

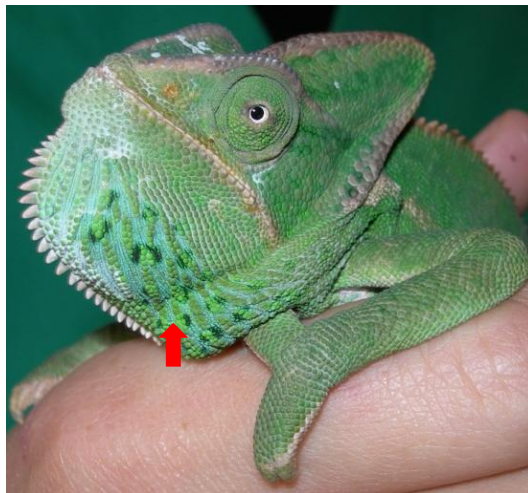


Figura 91: Hipovitaminosis A (a).

*Chamaeleo calyptratus* macho. Se observa edema gular por causa nutricional (hipovitaminosis A).

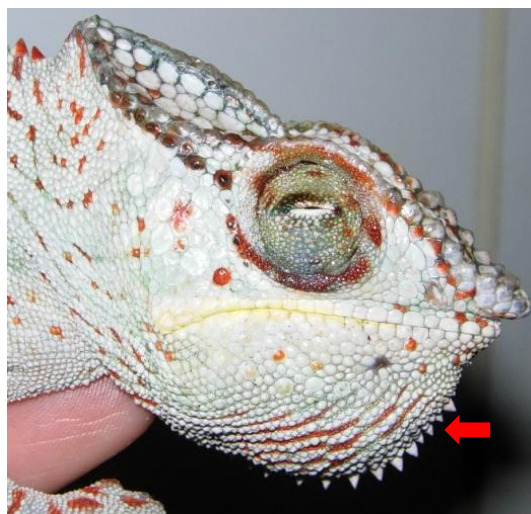


Figura 92: Hipovitaminosis A (b).

*Furcifer pardalis* macho. Con un cuadro de deshidratación, infección digestiva con estomatitis y gastroenteritis, afectación ocular, deficiencias en coloración y edema gular. El cuadro clínico se inició por la alteración digestiva que provocó anorexia y por tanto deficiencias nutricionales por la falta de ingesta.

#### 4.3.2.7.2. Hipovitaminosis E

Se describe junto con déficit de selenio. Se ha mostrado como una deficiencia poco frecuente coincidiendo con las referencias de otros autores Cole *et al.*, (2008), Mans y Braun (2014) y Tully (2016) siendo un 11.1%.

Provoca miopatías que afectan de forma progresiva a la funcionalidad lingual, son animales debilitados y suelen moverse en círculo como indican Mans y Braun (2014), McFadden (2016) y Tully (2016). Algunos problemas linguales mejoran si se administra selenio. El caso reseñado en este apartado además del cuadro de debilidad, pérdida de funcionalidad lingual, síntomas neurológicos y movimientos en círculo desarrolló estomatitis (Figura 93).



Figura 93: Hipovitaminosis E.

*Chamaeleo calyptratus*, macho. Presenta debilidad muscular, torneo y descenso de peso por dificultad de captura de presa y dificultades de deambulaci3n.

#### 4.3.2.7.3. Obesidad.

En *Furcifer pardalis* y *Chamaeleo calyptratus*, la sobrealimentaci3n es un hecho frecuente, ya que son especies bastante voraces (Nečas, 2004 a y b).

Se han detectado un 22.2% de casos afectados por obesidad m3rbida (Figura 94). Pero se ha registrado con menos frecuencia de lo referido para otros insect3voros por Mans y Braun (2014). Esto puede ser atribuido a que en Estados Unidos se tiende a utilizar como dieta base gusanos, m3s grasos y menos proteicos que los grillos, que fue lo que se utilizaba como dieta principal en los camaleones del estudio. La causa principal era un exceso de dieta rica en grasa, una cantidad elevada de presas y con mayor frecuencia de la necesaria para el gasto metab3lico del animal.



Figura 94: Obesidad.

*Chamaeleo calyptratus* macho con obesidad. Se aprecia en varias zonas la acumulación de depósitos grasos.

En cautividad se tiende a sobrealimentar. Esto se observa en animales cazadores, pues su éxito de captura en libertad no es del 100% y, además, el esfuerzo de captura que realizan es muy superior, con un mayor consumo metabólico, comparado al que realizan en cautividad, como describen Donaghue (2006) y Mans y Braun (2014).

#### 4.3.2.7.4. Emaciación

Se han observado en un 33.3% de casos. Se ha tenido en cuenta que las causas de que la anorexia aparezca como proceso patológico son múltiples. Las causas ambientales más frecuentes son hipotermia o hipertermia. Otras no ambientales provocaban que el animal no ingiera alimentos (lesiones linguales, estomatitis, enfermedades sistémicas, estrés comportamental, etc.).

En animales estresados el SMA que, aunque es más frecuente en animales recién importados o recién adquiridos, el cambio de hábitat o un exceso de manipulación son suficientes para producir anorexia en coincidencia por lo descrito por otros autores Donaghue (2006) y Mans y Braun (2014) en reptiles.

Para la apreciación de la hiporexia o anorexia se han utilizado como criterios, la anamnesis y la disminución de la relación peso/tamaño corporal, además de que fueran visibles la columna vertebral y las crestas iliacas.

Muchas especies de camaleones, incluyendo *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* deben ser mantenidas en cautividad individualmente para evitar la aparición de jerarquía y dominancia (Nečas 2004 a y b) que conduzca a la inanición de los individuos jerárquicamente inferiores.

En nuestro estudio, los animales afectados estaban letárgicos y uno de ellos, deshidratado por una afección renal concomitante a la emaciación (Figura 95).



Figura 95: Emaciación.

*Furcifer pardalis*, macho. Con cuadro de anorexia y deshidratación que ha provocado un cuadro de caquexia. Se aprecia hundimiento ocular y del espacio entre las crestas laterales y cresta parietal. Se aprecian las estructuras óseas de la cresta dorsal, región costal y extremidades.

#### 4.3.2.7.5. Intoxicaciones

Supusieron un 22.2% de casos. En los registros realizados, fue el *Ficus benjamina* la planta causante de la intoxicación. En cuadros respiratorios se ha detectado que la utilización de pinturas, barnices, etc. puede conllevar, incluso después de que sequen, un cuadro de irritación de mucosas que propician la aparición de infecciones.

Los reptiles pueden sufrir intoxicaciones alimentarias, producidas por la ingestión de material tóxico, elementos del terrario o insectos que hayan acumulado una carga de insecticidas en su organismo que sea tóxica para el camaleón (Hall 1980; Hall *et al.*, 1982; Henle, 1988) o por la ingestión de plantas tóxicas (Frye, 1994). En terrarios donde conviven especies distintas, especialmente en camaleones que conviven con anfibios, se han diagnosticado intoxicaciones por contacto lingual con la piel del anfibio, con cuadros de hipersalivación e inflamación lingual; hemos detectado un caso de este tipo en *Furcifer lateralis*.

#### 4.3.2.8. Neurológicas

Las alteraciones que manifestaban síntomas neurológicos son variadas, las más frecuentes nutricionales y metabólicas como se describen en otros reptiles por diversos autores, entre otros Keeble (2004) y Tully (2016) y, al no haberse diagnosticado ningún proceso primario, los casos detectados se han incluido en los diferentes apartados, principalmente en alteraciones óseas y nutricionales.

### 4.3.3. Asociación de casos con deficiencias de mantenimiento

Tras realizar el estudio pormenorizado de las diferentes enfermedades y las causas predisponentes y determinantes que las provocan, incluyendo algunos de los parámetros de mantenimiento en cautividad, se realizó el análisis y cuantificación de las deficiencias de mantenimiento que se registraron en los casos estudiados.

Las deficiencias detectadas con más asiduidad, en cada uno de los parámetros de mantenimiento estudiados, incluyeron:

- Instalación: grado y situación de la ventilación; tamaño; diseño y materiales de construcción inadecuados y errores en la limpieza.
- Iluminación: errores en la localización de la fuente o por colocar materiales que limitaron la penetración de la radiación, una fuente inadecuada, deficiencias en calidad y cantidad de radiación y falta de renovación periódica.
- Temperatura: errores en la medición, con control de gradientes térmicos incorrectos; fuentes térmicas inadecuadas (como fuentes con emisión de luz roja que dificulta la visión adecuada del camaleón) o localizadas en la zona inferior, lo que produjo una inversión del gradiente térmico.
- Aporte hídrico: errores en la medición y el control de la humedad relativa; utilización de sistemas de génesis de humedad ambiental incorrectos, ya sea por el tipo de sistema o por su uso provocando un exceso o un defecto de humedad relativa en la instalación y no propiciar, de la forma y cantidad adecuada, la ingestión de agua necesaria para el animal.
- Enriquecimiento ambiental: sustrato inadecuado o ausente, aún más importante en hembras en época de puesta; utilización de elementos vegetales inadecuados; materiales de sustentación del animal ausentes o incorrectos que dificultaban el desarrollo de una deambulación adecuada y los comportamientos de termorregulación requeridos; deficiencias en renovación de elementos y limpieza.
- Alimentación: dietas monopresa; deficiencias en control de nutrientes; mantenimiento incorrecto de las presas, incluyendo deficiencias en la suplementación de las mismas y frecuencia; tamaño o modo de administración incorrectos.

Realizamos la cuantificación de las deficiencias totales detectadas que pudieron tener relevancia etiológica, en cada uno de los parámetros en las diferentes enfermedades simples y que en muchas ocasiones estaban asociados (Tabla 33).

Tabla 33 : Frecuencia de deficiencias de los parámetros de mantenimiento en cautividad en cada enfermedad simple estudiada.

PARÁMETROS DE MANTENIMIENTO	ENFERMEDADES						
	Tegumentarias y oftálmicas	Digestivas	Óseas	Reproductivas	Respiratorias	Renales	Alimentarias
Instalación	86.3%	5.6%	78.3%	48.8%	95.5%	32.1%	-
Iluminación	4.8%	25%	96.4%	42.7%	-	-	77.8%
Temperatura	4.8%	44.1%	78.3%	42.7%	93.3%	24.5%	88.9%
Aporte hídrico	52.4%	29.4%	-	42.7%	77.8%	97.4%	-
Enriquecimiento ambiental	16.9%	12%	-	42.7%	-	-	-
Alimentación	12.9%	12.3%	86.7%	32.9%	-	-	100%

En cada una de las enfermedades destacaron algunas deficiencias por sus frecuencias de detección:

- Tegumentarias y oftálmicas: las deficiencias más destacables eran las de la instalación y el aporte hídrico.
- Digestivas: las más frecuentes eran las debidas a fallos en la temperatura y el aporte hídrico.
- Óseas: las incorrecciones en la iluminación, la alimentación, la temperatura y las de instalación.
- Reproductivas: se han detectado deficiencias en todos los parámetros con frecuencias muy semejantes.
- Respiratorias: las detectadas con una frecuencia muy elevada fueron las de instalación, temperatura y aporte hídrico.
- Renales: las deficiencias en el aporte hídrico fueron casi del 100%.
- Alimentarias: además, de las obvias deficiencias en la alimentación, destacaron las deficiencias en la iluminación y la temperatura.

En el periodo de estudio las incorrecciones globales de los parámetros de mantenimiento se distribuyeron con las siguientes frecuencias en relación a los casos estudiados (Tabla 34).

Se tuvo en cuenta que en cada caso registrado existieron una o más deficiencias de mantenimiento aunque, para facilitar el cálculo de la frecuencia de cada parámetro se cuantificaron de forma individual. No se ha diferenciado por especie y sexos pues, tras realizar el análisis de los datos, las deficiencias eran coincidentes.

Tabla 34: Número y frecuencia de casos y su relación con los parámetros ambientales deficientes de la instalación.

PARÁMETRO DEFICIENTES	NÚMERO TOTAL DE CASOS ASOCIADOS	FRECUENCIA % (545 casos)
Instalación	444	81.5%
Iluminación	219	40.2%
Temperatura	360	66%
Aporte hídrico	541	99.3%
Enriquecimiento ambiental	118	21%
Alimentación	185	33.9%

Concluimos que, de las observaciones realizadas en el estudio, la instalación, por deficiencias en tamaño y/o ventilación; control del gradiente térmico; la iluminación, por defecto de UVB, y fundamentalmente el control hídrico, eran los que en mayor proporción estaban controlados de una forma deficiente en cautividad y predisponen o determinan alteraciones/enfermedades. El enriquecimiento ambiental deficiente o inadecuado, principalmente el sustrato y las carencias nutricionales, aunque eran frecuentes, solo en un pequeño número de casos, fueron la causa determinante de enfermedad, aunque solían estar presentes en mayor o menor medida como causa coadyuvante de otras enfermedades.

Los resultados obtenidos sobre la influencia de los parámetros ambientales deficientes como causas de aparición de alteraciones y enfermedades en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, coinciden con las afirmaciones sobre su relevancia realizadas por diversos autores como Rossi (2006), Denardo (2006b), Barten y Fleming (2014), Latney y Clayton (2014) y Wilkinson (2015).

#### 4.4. Distribución estacional de los datos de origen clínico

Una vez analizada con detalle la influencia de ciertos factores ambientales que incluimos en los denominados parámetros ambientales de mantenimiento, abordamos el análisis de la distribución estacional de los casos.

Comparando la distribución mensual entre casos, por especie y sexo (Figura 96) se observó que en *Chamaeleo calyptratus*, machos y hembras trazan líneas de proporción de casos muy similares. Sin embargo, en *Furcifer pardalis* son muy diferentes en ambos sexos.

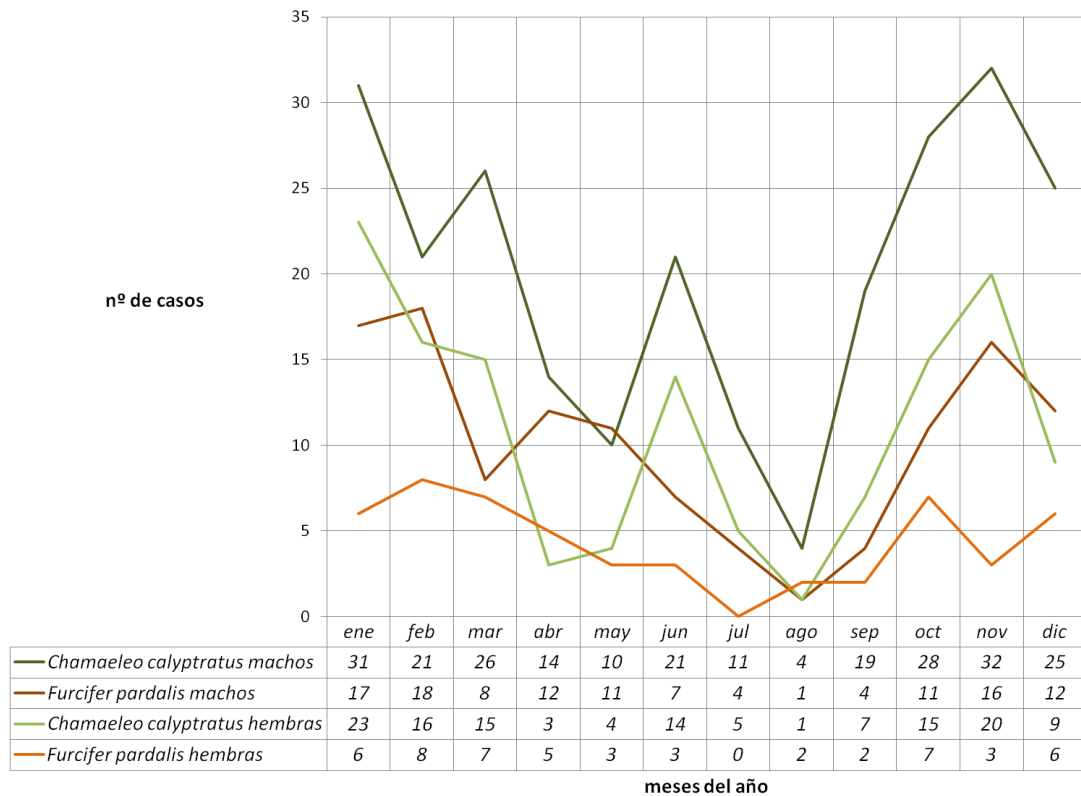


Figura 96: Distribución mensual casos, por especie y sexo.

Los descensos de los meses de verano, podrían estar influenciados por las vacaciones estivales (aunque progresivamente se han convertido en más escalonadas), principalmente en el mes de agosto.

Analizando la distribución estacional en los años de estudio, nos permitió constatar que existía una mayor frecuencia en otoño e invierno (Tabla 35) y por lo tanto, una marcada estacionalidad en la distribución de los casos.

Tabla 35: Distribución y frecuencia de casos por estaciones.

ESTACIÓN	Nº casos	Frecuencia
Invierno	195	38.8%
Primavera	107	19.6%
Verano	60	11%
Otoño	183	33.6%

Realizando el análisis por meses (Tabla 36), las frecuencias de distribución fueron esencialmente bimodales, otoño-invierno, con un ligero incremento al final de la primavera.

Tabla 36: Frecuencias de casos por meses.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	14.1	11.7	9.9	6.2	5.1	8.3	3.7	1.5	5.9	11	13	9.5

Para poder visualizar más claramente la distribución que describieron los casos a lo largo de los 60 meses se realizó una gráfica con los casos totales y por especie con una primera interpretación de los resultados mediante el trazado de una curva general de distribución de casos totales (Figura 97) donde se hacía patente la estacionalidad de aparición de casos a lo largo del estudio, con valles en la época estival, excepto en el año 2005, donde aparecía un incremento atípico de casos en el mes de junio.

Se observó y pudieron confirmarse los datos planteados en las Tablas 35 y 36, donde en los meses de otoño e invierno, se producen un mayor número de casos.

En una segunda interpretación (Figura 98) analizando los datos y comparando con los picos de casos totales (marcados con flechas rojas) se apreció que existen diferencias en los picos de distribución y que principalmente *Chamaeleo calyptratus* era el que contribuye de forma más clara a la distribución de los casos totales.

Avanzando en el planteamiento del estudio, se compararon la distribución total de casos a lo largo del periodo de estudio, con la distribución de enfermedades (Figura 99), apreciamos que los puntos máximos y mínimos de incidencia de enfermedades coincidían en el tiempo, quedando todas ellas dentro del trazado de casos totales, donde se incluían las enfermedades simples y las múltiples, excepto en el mes de febrero de 2005 donde existía un pequeño pico en enfermedades del sistema digestivo que sobresale del trazado de los casos totales.

Las enfermedades del sistema digestivo fueron las que suponen, junto con las incluidas en el apartado de tegumentarias y oftálmicas, el mayor porcentaje de enfermedades en ambas especies y sexos, y ambas eran las que determinan en mayor medida el trazado de distribución de casos donde están incluidas como enfermedades simples o múltiples.

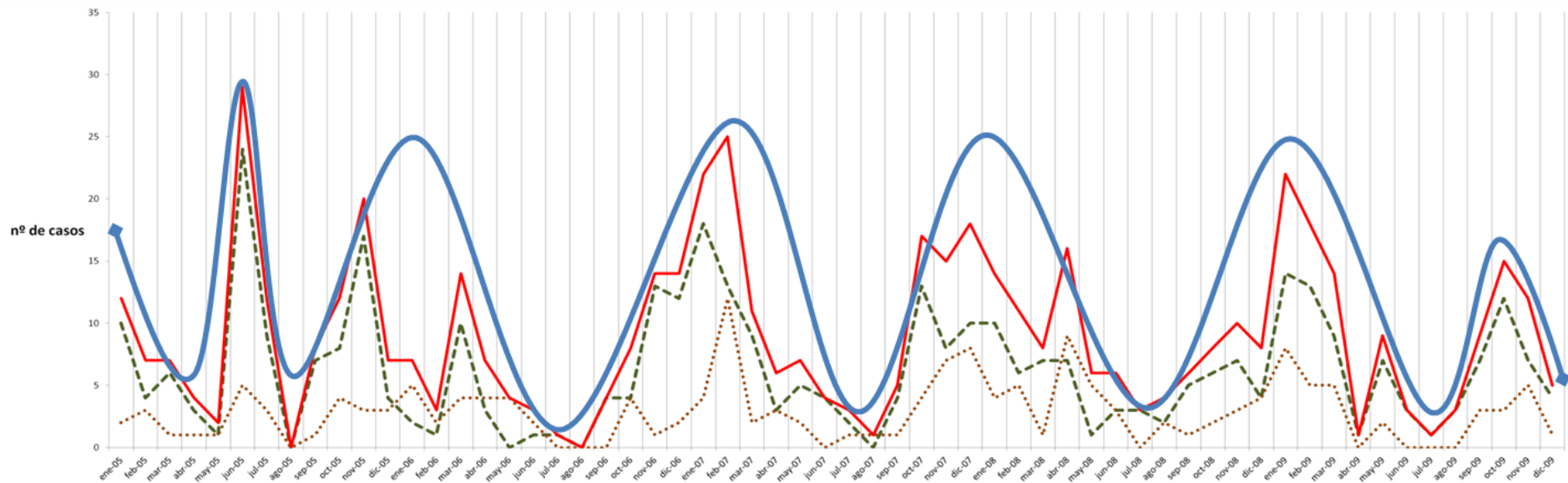


Figura 97: Interpretación gráfica (1).  
Distribución comparativa entre casos totales y por especies en el periodo de estudio.

■ Interpretación (1) ■ Casos ■ *Chamaeleo calyptratus* ■ *Furcifer pardalis*



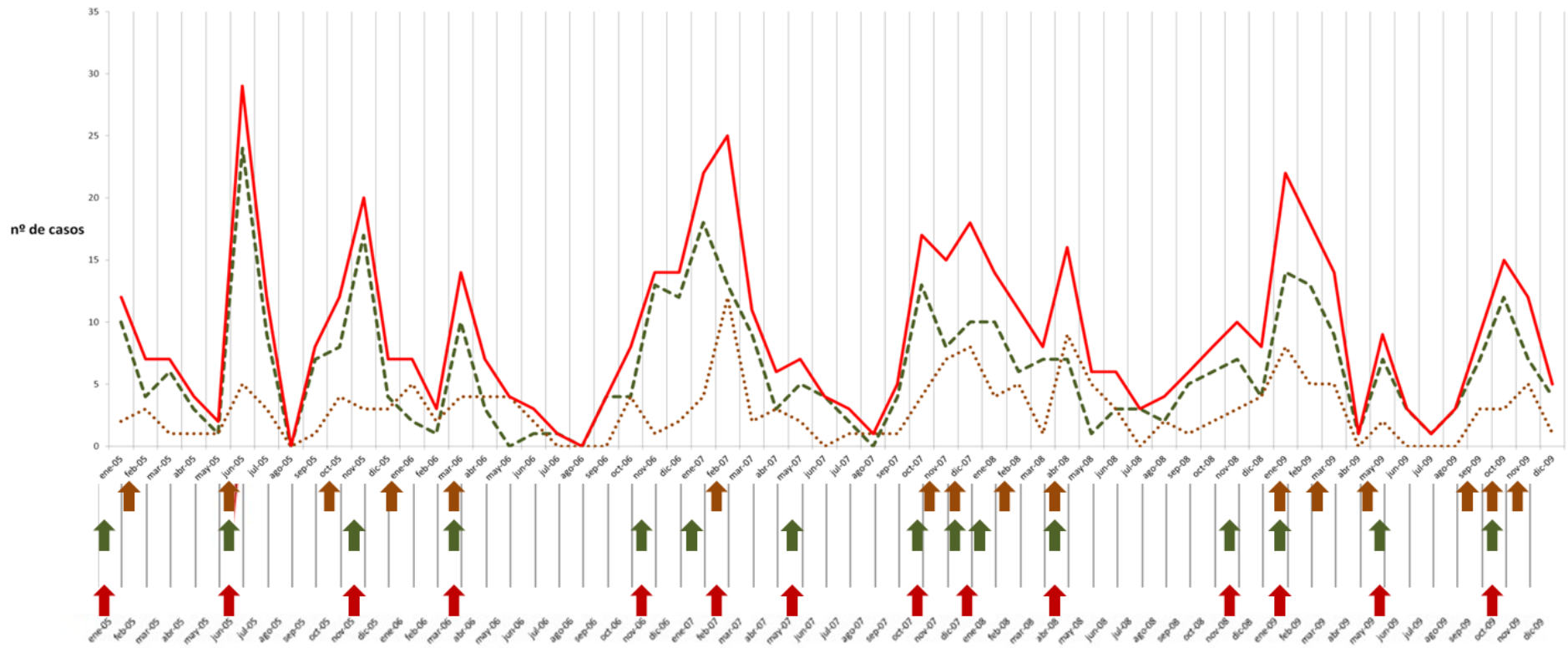


Figura 98: Interpretación gráfica (2).  
Distribución comparativa entre casos totales y por especies en el periodo de estudio.

↑ Casos    ↑ *Chamaeleo calypttratus*    ↑ *Furcifer pardalis*



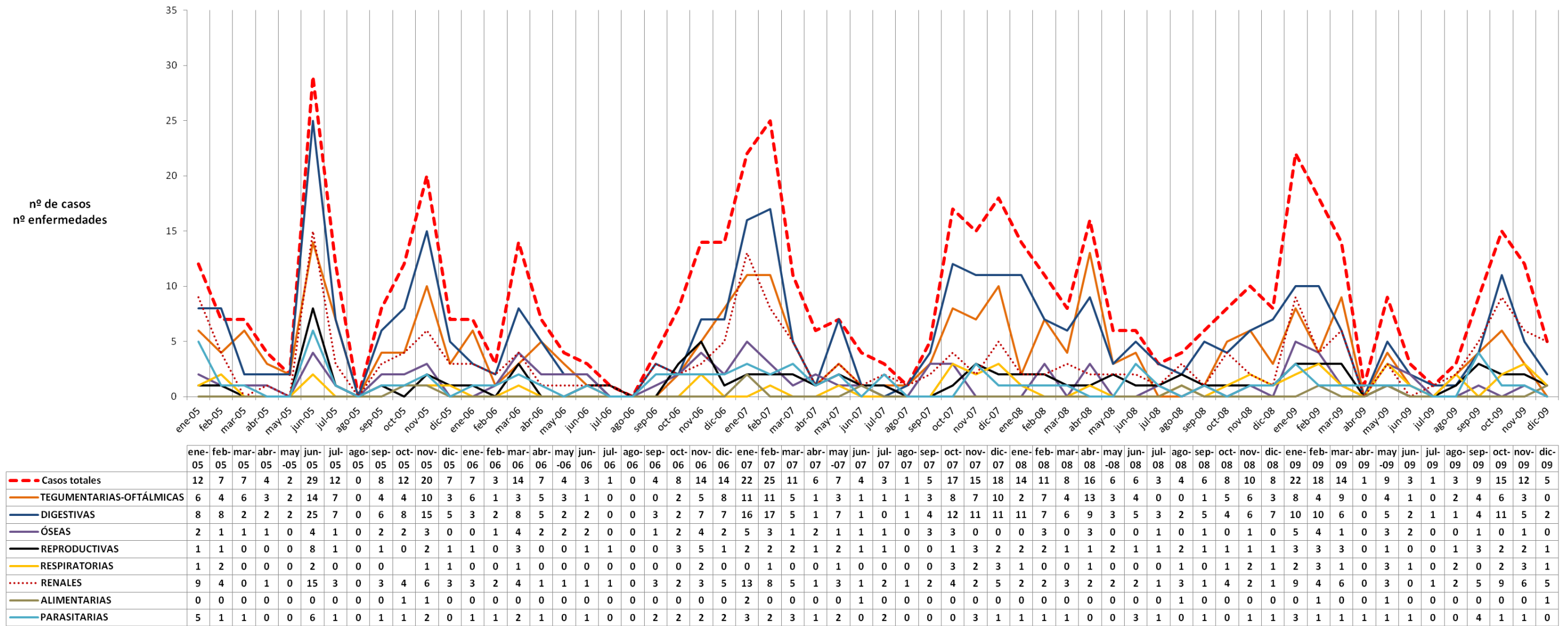


Figura 99: Comparación de casos totales y enfermedades.  
 Comparación de los casos totales con la distribución de enfermedades durante el periodo de estudio. Donde se utilizan diferentes colores para reseñar la distribución mensual de las enfermedades tomadas como entidades simples.



#### 4.5. Comparación entre la distribución de las variables climáticas y los casos

En base a esta distribución temporal estacional de los casos y de las enfermedades que se han analizado en el estudio, nos planteamos, como respuesta a parte de las hipótesis de trabajo de esta investigación, que además de los parámetros ambientales de la instalación, pudieran influir factores ambientales externos determinados por los factores climáticos.

Con los datos de la Estación Retiro aportados por la AEMET, se ha realizado un gráfico comparativo (Figura 100), analizando las variaciones de las variables ambientales seleccionadas como medias mensuales de temperatura, expresada en grados centígrados (°C); humedad relativa, en porcentaje (%) y la diferencia de presiones atmosféricas máximas y mínimas mensuales, en milibares (mb). Estas tres variables se confrontaron con los casos cuantificados en los 60 meses estudiados.

Debe considerarse que en todos los *casos* los animales estuvieron mantenidos dentro de una instalación (terrario) y en un domicilio, que creaba un microclima propio, por lo que la influencia de las variables climáticas elegidas no iba a ser la misma ni por tanto, su posible repercusión en la estacionalidad de aparición de los casos.

**Temperatura ambiental:** existían pocas variaciones en el patrón general de un año a otro, con un incremento gradual en primavera hasta llegar a máximos en los meses de verano y un posterior descenso en otoño e invierno, con un promedio anual de 14,7°C (con máxima de 38°C y mínima de -5°C).

Ambos camaleones podrían ser más susceptibles a la enfermedad durante el periodo invernal, donde las temperaturas descienden, teniendo en cuenta que el nivel inmunológico de los reptiles está directamente relacionado con la temperatura y la respuesta inmune, humoral y celular, es menor si se mantienen a temperaturas demasiado bajas para los requerimientos de las diferentes especies reptiles, como describe Wilkinson (2015).

Sin embargo, en ninguno de los casos estudiados se habían registrado mediciones menores de 18°C en el terrario y nunca durante tiempos prolongados. La temperatura de 12°C mantenidos, temperatura crítica para *Furcifer pardalis* como describe Nečas (2004c), sí podría provocar alteraciones, pero no ha sido detectado en ningún caso. Las consecuencias inmunológicas de los descensos térmicos quedan excluidas puesto que se ha registrado que en el 100% de los casos, los domicilios disponían de sistemas de calefacción al que sumaban el control térmico de la instalación mediante sistemas de calentamiento y termostatos. El error detectado con más frecuencia es el déficit en gradiente térmico, no el control de temperaturas mínimas.

Aunque en la mayoría de los domicilios que formaron parte del estudio, disponían de aire acondicionado que impide o limita el estrés térmico, en 87 de los casos estudiados, se registraron, en momentos estivales puntuales, picos térmicos de hasta 35-38°C en la

instalación, generalmente por estar expuesta a la radiación solar a través de cristal. Estas temperaturas máximas registradas tendrían una menor relevancia en *Chamaeleo calyptratus*, puesto que sus tasas de deshidratación son menores, como señala Herrel (2014). En el caso de *Furcifer pardalis* el riesgo de 20°C mantenidos descrito por Nečas (2004c) puede tener relevancia si no existe un gradiente térmico adecuado. Además, como indican Teyssier *et al.*, (2015), en estas dos especies se sospecha que pueden conseguir una disminución de hasta el 45% de la absorción de la irradiación recibida gracias a la capa profunda de iridóforos.

Nos planteamos la posible incidencia de la dificultad de mantener un gradiente térmico día/noche adecuado, principalmente en la época estival, dato que no se analiza en la bibliografía consultada, y que podría tener importancia en la aparición de enfermedades en los meses con incremento nocturno de temperaturas. Sin embargo, en los meses donde las temperaturas nocturnas se veían influenciadas de forma más dramática por el *efecto isla de calor urbano* no se producía un incremento de casos a excepción del mes de junio de 2005.

Consideramos en consecuencia que la temperatura ambiental externa, tienen poca repercusión en la temperatura que se registra en la instalación (terrario), dentro de un domicilio, porque las diferencias térmicas se atenúan y casi no afectan a la distribución estacional de los casos incluidos en el estudio.

**Humedad ambiental:** se observó un incremento de casos en los meses donde la humedad relativa externa, era mayor y la temperatura menor (excepto en junio del 2005) y un descenso de casos en los meses de menor humedad relativa, datos que se contraponen a las necesidades ambientales de *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*.

Se tuvo en cuenta, que durante el invierno es cuando se ha registrado el mayor porcentaje de humedad en el exterior, pero dentro de los domicilios los sistemas de calefacción secan el ambiente, mientras que en verano fueron los meses más secos en el clima de la ciudad.

Se concluyó que no era la humedad ambiental externa la que está correlacionada con la aparición de enfermedades, sino las deficiencias en el control hídrico en la instalación. Por todo ello, la humedad ambiental externa a la instalación no parece tener una relación directa con la aparición estacional de enfermedades.

**Presión atmosférica:** las variaciones de presión atmosférica influían dentro de los domicilios e instalaciones de los animales. No es, por lo tanto, un factor controlable. Es la variable que actúa independientemente de que el animal esté albergado en una instalación controlada, pudiendo ser el factor climático que influyera en mayor medida en la aparición estacional de alteraciones y enfermedades.

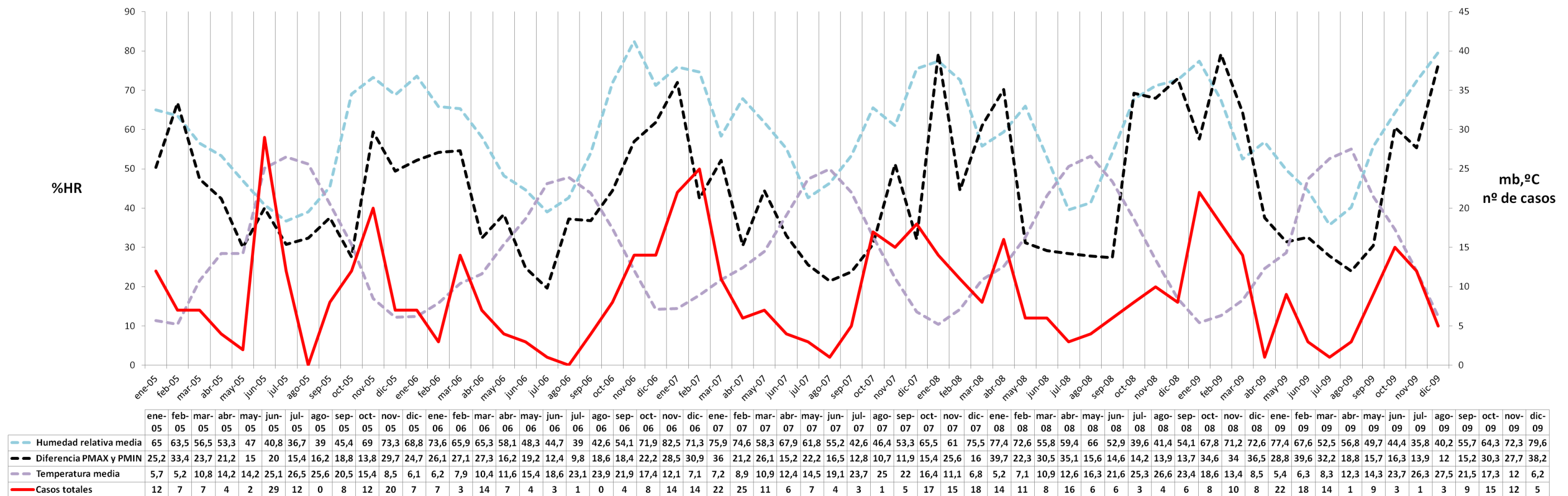


Figura 100: Distribución comparativa de las variables climáticas seleccionadas. Temperatura media mensual (°C), media de la humedad ambiental medida como humedad relativa (%), promedio de la diferencia entre presiones máximas y mínimas y los casos totales en el periodo de estudio.



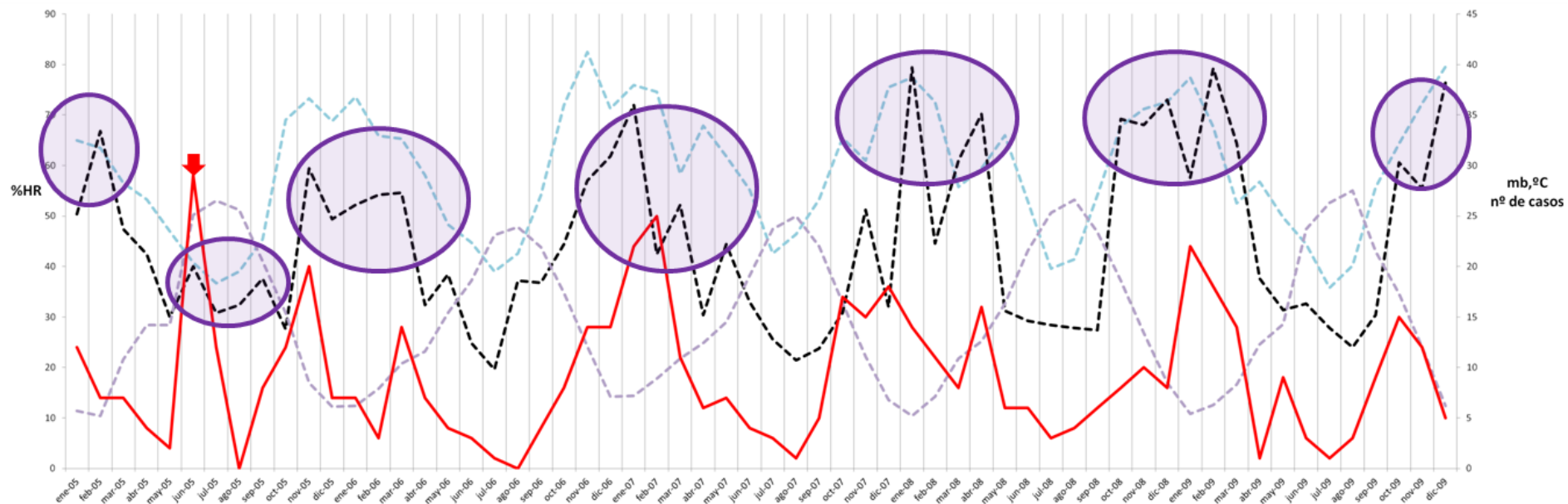


Figura 101: Momentos de inestabilidad de las presiones atmosféricas.

Partiendo de la Figura 100 con la distribución comparativa de las variables climáticas seleccionadas, temperatura media mensual (°C), media de la humedad ambiental medida como humedad relativa (%), promedio de la diferencia entre presiones máximas y mínimas y los casos totales en el periodo de investigación.

- Humedad media
- Diferencia PMAX y PMIN
- Tª media
- ▼ Subida puntual de casos en junio 2005
- Variaciones más marcadas de la presión atmosférica



Observando la distribución de las diferencias de presión atmosférica se apreció que hay una zona de mayores variaciones de las diferencias de las presiones atmosféricas en determinados momentos de cada año. Solo en junio de 2005 existieron variaciones leves, pero consecutivas de la presión atmosférica comparadas con el aumento de casos, siendo una excepción con respecto al resto del periodo de estudio (Figura 101).

Tras realizar estas comparaciones de distribución entre las variables climáticas y los casos totales (Figuras 100 y 101), consideramos que las diferencias entre presiones máximas y mínimas mensuales parecía ser las más correlacionadas con las variaciones del número de casos.

Si se compara la distribución mensual de casos por especie y sexo con el promedio mensual de la diferencia entre presiones atmosféricas máximas y mínimas (Figura 102), se aprecia que en *Chamaeleo calyptratus* machos y hembras, parecía existir una relación entre la aparición estacional de enfermedades y las diferencias de presión atmosférica. Sin embargo, en *Furcifer pardalis* no.

Los descensos de los meses de verano, principalmente en el mes de agosto, también se corresponden con los promedios menores de diferencias de presión, por lo que las vacaciones estivales, aunque pudieron tener cierta influencia, no eran la única variable que podía influir.

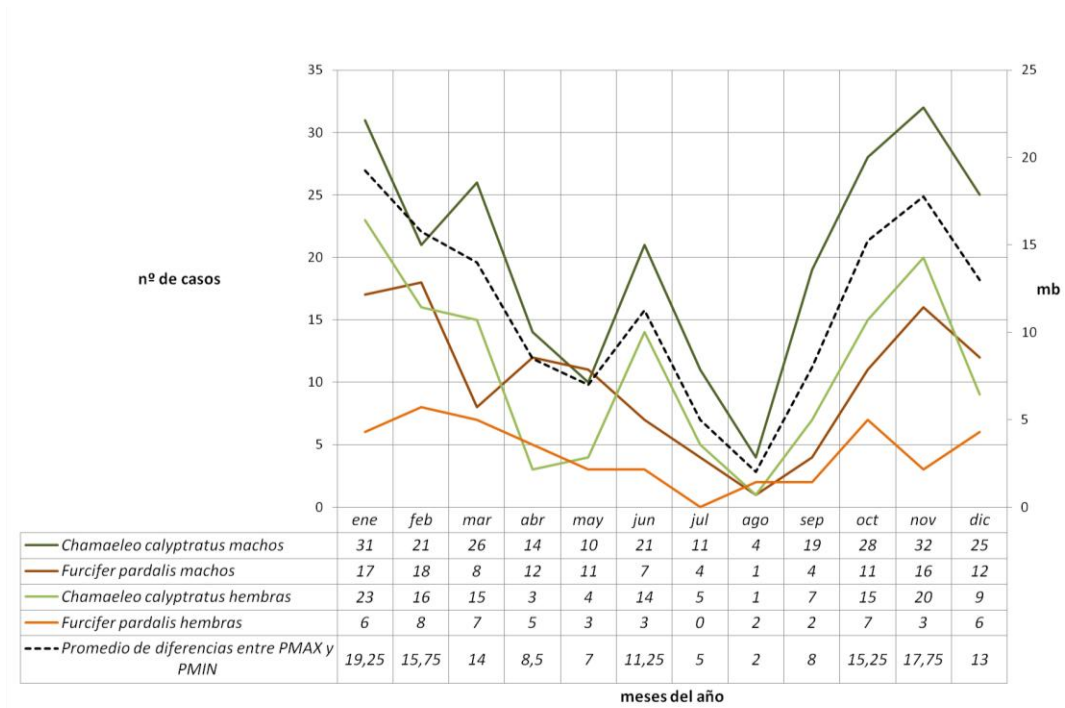


Figura 102: Comparativa de casos por especie y sexo y promedio de presiones. Distribución mensual comparativa de casos por especie y sexo, y promedio de la diferencia de presiones máximas y mínimas.

A lo largo del período de estudio, se ha observado una correlación positiva entre presión atmosférica y frecuencia de enfermedad en *Chamaeleo calyptratus* ( $r=0.4$ ;  $p<0,002$ ).

Si tenemos en cuenta el hábitat original de ambos camaleones, podemos encontrar otra correlación muy interesante entre la presentación de enfermedades y anomalías y los cambios de presión atmosférica al ser mantenidos en la ciudad de Madrid, situada a una altitud de unos 667m con respecto al mar.

Los *Chamaeleo calyptratus calyptratus*, subespecie más comercializada, se pueden considerar una especie de tierras altas con respecto al *Chamaeleo calyptratus calcarifer*. Son endémicos de microclimas de presiones atmosféricas estables, como son las laderas occidentales de Yemen, localizados en zonas boscosas, con poblaciones más densas en altitudes de hasta 2850m. Su distribución no es próxima a las regiones costeras, pero sí aparecen poblaciones más dispersas en las zonas de arroyos, los *wadis*, que conectan las laderas occidentales con las altiplanicies centrales y que definen orografías con condiciones microclimáticas muy estables. Por todo ello, se podría considerar una especie más sensible a las variaciones bruscas de presión atmosférica.

Por contra, a los *Furcifer pardalis* se les considera una especie de tierras bajas. Tienen un hábitat con más variedad de microclimas, desde las regiones costeras y, de forma más esporádica, a mayores altitudes por encima de los 700m sobre el nivel del mar. Puebla regiones con climas húmedos como la sabana tropical húmeda, hiperhúmedos como el de bosque tropical lluvioso y en algunas regiones climas algo más áridos. Puesto que Madagascar está influenciada por los vientos alisios de sudeste, huracanes y tormentas, puede inferirse que es una especie mejor adaptada a variaciones más intensas de la presión atmosférica.

En consecuencia la respuesta orgánica de ambos camaleones a los cambios de presión atmosférica, y en particular el *Chamaeleo calyptratus*, puede ser un factor determinante en la aparición o no de enfermedades.

#### 4.6. Análisis comparado de enfermedades y variaciones de presiones atmosféricas

Aunque los procesos múltiples fueron los más frecuentes, realizamos comparaciones de la distribución de las enfermedades simples, con las diferencias de presión atmosférica.

Las diferencias en el trazado entre la curva de diferencias de presiones atmosféricas y el momento contabilizar cada caso, puede justificarse por el desfase entre el momento de iniciarse el desequilibrio orgánico y la aparición de los síntomas detectables.

La detección de las enfermedades en reptiles es compleja, entre otras causas, por los *mecanismos de compensación de enfermedad*, que han desarrollado en mayor grado los animales presa, los cuales enmascaran los síntomas. Los síntomas solo son apreciables cuando estos mecanismos han sido superados y las diferencias de presiones atmosféricas parecen ser uno de los factores a tener en cuenta como causa predisponente del desequilibrio biológico que favorezca la aparición de enfermedad.

Se incluyeron en la comparativa las que tuvieron una mayor casuística estacional de aparición que eran las digestivas, tegumentarias y oftálmicas, y en tercer lugar, las renales (Figura 103).

También se incluyeron en este último análisis las enfermedades reproductivas, porque las variaciones en su distribución sugieren que podrían tener cierta relación con las diferencias de presiones atmosféricas debido a la posible influencia de ésta en el equilibrio hormonal de los animales (Figura 103).

Las enfermedades reproductivas primarias detectadas en hembras, aunque en número no son muy relevantes, requieren un análisis independiente, por la correlación que se ha detectado en los cuadros múltiples de las hembras examinadas y por la importancia que pueden tener para la viabilidad de las especies en el futuro.

Se han detectado divergencias en cuanto al momento de alcanzar la madurez sexual con respecto a otros autores como Reason y Reason (1993), Nečas (2004b) y Schneider (2007) y la influencia de los factores ambientales en los ciclos reproductivos reseñados por Barten (2006), Denardo (2006a) y Herrel (2014).

Durante la investigación, en las hembras de las dos especies, pero principalmente en *Chamaeleo calyptratus*, se observaron cambios en sus ciclos sexuales al ser mantenidas en cautividad en la ciudad de Madrid. Aunque ambas desarrollan en cautividad ciclos estacionales, con varios ciclos consecutivos en la misma estación, se apreciaron diferencias dependiendo del año de estudio.

Se han registrado ovoposiciones y alteraciones reproductivas por activaciones foliculares llegando a estasis folicular, gestaciones que llegan a retenciones postovulatorias o distocias en los meses de primavera y en meses de invierno, de noviembre a enero; e incluso en

ambas épocas en el mismo año. En algunos años (2005 y 2008) se han registrado en verano. Estos datos, junto con las observaciones que hemos realizado a nivel clínico sobre la disminución de tamaño de las dos especies y que alcancen la madurez sexual de forma temprana (3-4 meses de edad), podrían favorecer las retenciones postovulatorias y, las activaciones/desactivaciones foliculares podrían relacionarse con los estasis foliculares diagnosticados.

Partiendo de que el mecanismo específico de la ovulación en reptiles no ha sido determinado hasta el momento, Kummrow *et al.* (2010) sugieren que la relación de la disminución de estrógeno/ progesterona es la que prepara a los folículos para la ovulación en *Chamaeleo calyptratus*, y proponen que esto ocurre como resultado de un aumento en las gonadotropinas al iniciar una transición en las capas de células de la granulosa folicular para secretar la progesterona en lugar de estrógeno.

Pimm (2013) ha realizado estudios sobre los estasis foliculares en *Chamaeleo calyptratus* mediante ultrasonidos y controles hormonales. La clasificación inicial de los folículos y huevos se basó en la forma; los primeros con una apariencia redonda, y los segundos, de forma ovoide, aunque las proporciones de longitud/anchura no sirven como un método fiable para clasificar los folículos en comparación con los huevos. Los cambios morfológicos parecen ser más indicativos de la evolución de las estructuras pre y postovulatorias, indicando la etapa del ciclo sexual y para confirmar la sospecha de un estasis folicular realizando variaciones en la ecogenicidad mediante estudios consecutivos de cada hembra a lo largo de varias semanas. En cuanto a las variaciones hormonales en las heces, aunque parece ser un método fiable tampoco pudieron ser confirmados, por lo que señala que se requerirán más investigaciones sobre el control hormonal de este proceso.

Wilkinson (2015) señala que el estrés de mantenimiento en reptiles, puede producir cambios en el comportamiento reproductivo e incluso inhibir los estrógenos, la producción de vitelogénesis en las hembras y disminuir la concentración de testosterona en los machos.

En base a las alteraciones registradas nos planteamos que las variaciones hormonales podrían ser no solo por disminuciones de las hormonas sexuales, sino que podrían estar correlacionadas con alteraciones de otras hormonas, como las de tiroides o paratiroides, etc. y con mecanismos de retroalimentación hormonal (aun no bien estudiados en reptiles), que podrían estar influenciados por variables climáticas externas a la instalación.

Concluimos que, en el Síndrome de Mala Adaptación en reptiles, relacionado por Denardo (2006b) con el estrés que provoca el mantenimiento en cautividad, incluyendo la instalación y los parámetros ambientales, debería abarcar también los factores climáticos externos, principalmente las variaciones de presiones atmosféricas.

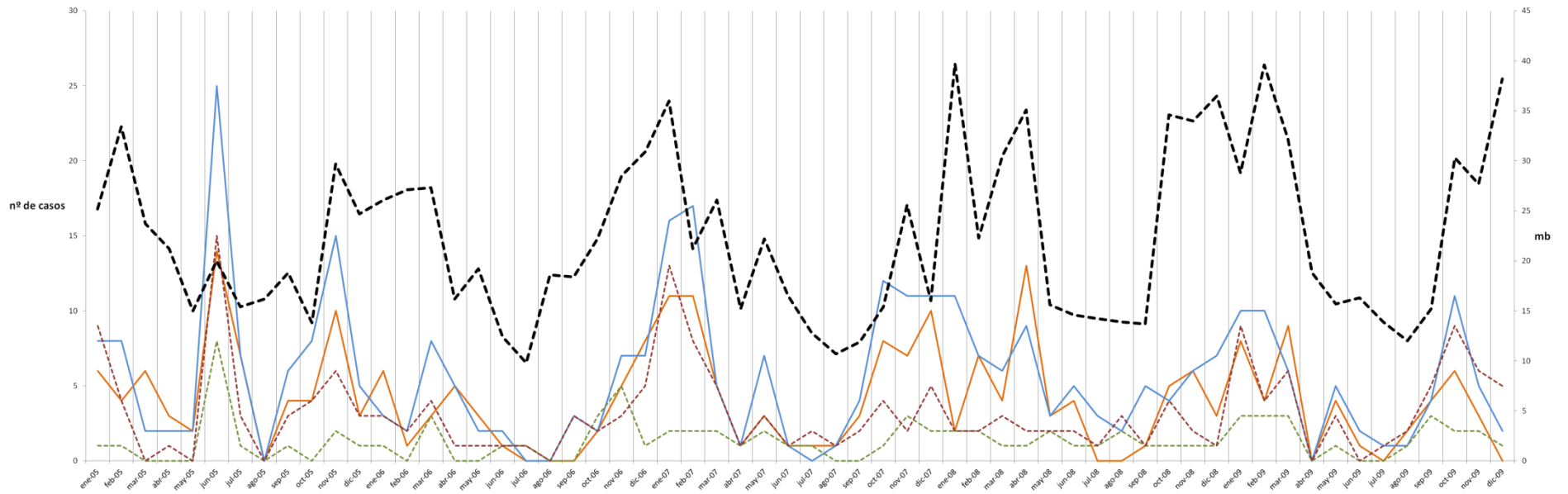
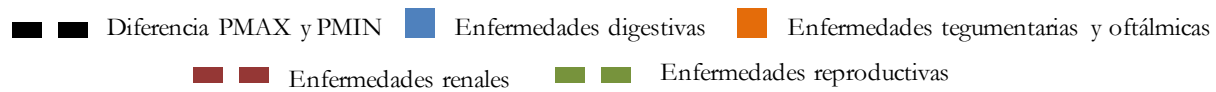


Figura 103: Comparación de enfermedades más representativas con diferencias de presión.

Comparación de distribución de enfermedades digestivas, tegumentarias y oftálmicas, renales y reproductivas con las diferencias de presiones atmosféricas durante el periodo de investigación.





#### 4.7. Valoración de limitaciones surgidas durante la investigación

Al no existir censos oficiales o estimativos de comercialización ni de tenencia en cautividad, de la población de camaleones en España, los datos recopilados suponen un porcentaje desconocido de los camaleones, de ambas especies, comercializados y mantenidos en cautividad, por lo que no permite realizar extrapolaciones, ni hacer una valoración global del número de animales comercializados en España, ni tan siquiera en la ciudad de Madrid, lo que, por otro lado, excede de los objetivos de la tesis. Pero sí pueden servir como orientación de las diferencias que existen en el número de especímenes comercializados de las dos especies. Se puede apreciar una distribución no homogénea, comparando especie y sexo de ambas, entre los diferentes años tanto en los comercializados como en los revisados a nivel clínico.

La bibliografía disponible sobre enfermedades en las especies seleccionadas en la investigación es escasa y en ocasiones poco específica o descriptiva. Asumimos que es lo esperable en una especialidad que no es nueva, pero sí de reciente interés y teniendo en cuenta que los reptiles incluyen una amplia diversidad de especies que dificulta la descripción de los datos concretos en cada una de ellas. De ahí que se justifique que en la metodología y en la discusión de los resultados del estudio realizado, se haya primado la observación cualitativa y la detallada exposición de las manifestaciones etiológicas y sintomáticas observadas en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis* realizando posteriormente un estudio estadístico descriptivo e inferencial de los casos y de los procesos diagnosticados.

Ya que parte de esta tesis se ha enfocado a los factores ambientales externos a la instalación en relación con la presentación estacional de enfermedades en los camaleones, hay que señalar que las clasificaciones macroclimáticas resultan insatisfactorias e insuficientes para definir con exactitud las relaciones salud-ambiente. Por ello, se ha utilizado como referencias climáticas del entorno natural de las dos especies datos bibliográficos realizados en campo por diversos autores.

Sobre las mediciones de los parámetros ambientales cabe señalar dos dificultades:

Los datos de la AEMET son del punto concreto de medida y solo de la estación citada, no habiendo podido disponer de datos oficiales de otras estaciones. Dada la poca o nula incidencia de la temperatura y humedad relativa externas a la instalación, consideramos que las diferencias de las variaciones de cada una de ellas de una estación a otra de la ciudad de Madrid no tienen relevancia en la investigación.

Los especímenes no estuvieron en un ambiente controlado homogéneamente durante el estudio, sino en los domicilios particulares de cada cliente, lo que dificulta calcular un índice de error o desviación en cuanto a la exactitud de la información recibida sobre las condiciones del entorno artificial, ya que influyen numerosos factores en la exactitud de las mediciones en el mantenimiento en cautividad. Partiendo de que los posibles sesgos existentes afectan a las dos especies

por igual en base a la anamnesis desarrollada y aplicada en el estudio, se considera que este sesgo de información, en cuanto a la magnitud exacta de medida de temperatura y humedad relativa, ha tenido poca relevancia en el desarrollo del estudio pues se ha podido cualificar y cuantificar la existencia de deficiencias en el mantenimiento, siendo menos importante el relativo grado de error que pueda existir en la medición.

Por todo ello, la metodología de triangulación con una fuerte base analítica, donde se prima la descripción, ha demostrado ser eficaz para comprobar la hipótesis y responder a las preguntas de la investigación.

## 5. CONCLUSIONES



**Primera:** Más de dos tercios de los animales mantenidos en cautividad de las especies de camaleón *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*, desarrollaron algún cuadro clínico durante el período de estudio de cinco años.

**Segunda:** De las enfermedades evaluadas en ambas especies de estudio, las de mayor prevalencia (62.4% y 45.5%) son las digestivas y las tegumentario-oftálmicas. En cuanto a las primeras, las de origen bacteriano fueron en conjunto las más frecuentes, y las estomatitis la forma clínica más representada, con modificaciones de las características de la saliva, tanto del pH como de los subsiguientes problemas de densidad salival y adherencia lingual, así como evolución a gastritis/enteritis. Los *Furcifer pardalis* son más proclives a padecer estos procesos. Respecto a las tegumentario-oftálmicas, ser hembra se ha codificado como un factor protector. En este grupo de enfermedades, las lesiones palpebrales con disecdisis asociadas fueron las más frecuentes. Este último cuadro se ha revelado mucho más prevalente en las especies estudiadas que en otros saurios.

**Tercera:** De los datos clínicos recogidos, se desprende, de forma colateral a los objetivos, el hecho aparente de que el tamaño de los individuos mantenidos en cautividad de las especies estudiadas, es significativamente menor que el descrito en la bibliografía. No se dispone de datos que permitan identificar las causas, pero sí parece haber cierta correlación entre el menor tamaño de los individuos y enfermedades reproductivas en las hembras relacionada con la madurez sexual y los tamaños relativos entre huevos y hembra a la hora de la puesta.

**Cuarta:** Igualmente relacionado con los problemas reproductivos de las hembras, se ha identificado lo que denominamos *distocia ambiental*. Está asociada a la inaccesibilidad a zonas de puesta adecuadas por falta de espacio, sustratos inadecuados, estrés térmico, deficiencias nutricionales, o estrés lumínico, y la retención postovulatoria subsiguiente, que genera cuadros clínicos específicos descritos para otros saurios.

**Quinta:** Los parámetros ambientales que en mayor proporción están controlados de una forma deficiente en cautividad y predisponen o determinan alteraciones/enfermedades son:

Las deficiencias en tamaño y/o ventilación de la instalación

El control del gradiente térmico

La iluminación, por defecto de UVB

Y, fundamentalmente, el control del aporte hídrico

El enriquecimiento ambiental inadecuado, (principalmente el sustrato) y las carencias nutricionales, aunque son poco frecuentes como causa determinante de enfermedad, suelen estar presentes en mayor o menor medida como causa coadyuvante de otras enfermedades.

La temperatura ambiental externa tiene poca repercusión en la temperatura que se registra en la instalación (terrario), dentro de un domicilio, porque las diferencias térmicas se atenúan. Igualmente, la humedad ambiental externa a la instalación no parece tener una relación directa con la aparición de enfermedades. Por el contrario, las variaciones de presión atmosférica influyen dentro de los domicilios e instalaciones de los animales. No

es, además, un factor controlable pudiendo ser el factor climático que influya en mayor medida en la aparición de alteraciones y enfermedades.

La aparición de enfermedades en las especies estudiadas parece tener un patrón estacional, con mayor número de casos en otoño e invierno. La distribución se puede agrupar formando una curva sigmoide con zonas valle en los meses estivales. La estacionalidad parece estar basada, en cautividad, en las diferencias de presión atmosférica, respondiendo no inmediatamente a las variaciones, sino que van a verse manifestaciones con un relativo retraso temporal debido a que han de ser superados los mecanismos compensatorios de enfermedad.

En este sentido, los *Chamaeleo calyptratus* son endémicos de microclimas de presiones atmosféricas estables, por lo que se podría considerar una especie más sensible a las variaciones bruscas de presión atmosférica. Por contra, *Furcifer pardalis* es una especie proveniente de un hábitat con más variedad de microclimas y cabe considerarla una especie mejor adaptada a variaciones más intensas de la presión atmosférica. Estas diferencias podrían relacionarse en parte con la distinta proporción de casos y presentación estacional de los mismos en las dos especies, siendo *Chamaeleo calyptratus* la más sensible.

## 6. BIBLIOGRAFÍA



- Abu-Ghalyun, Y. (1990) "Histochemical and ultrastructural features of the biceps brachii of the African chameleon (*Chamaeleo senegalensis*)". *Act Zoologica* 71, pp. 189-192.
- Abu-Ghalyun, Y., Greenwald, L., Hetherington, T.E. and Gaunt, A.S. (1988) "The physiological basis of slow locomotion in chameleons". *Journal of Experimental Zoology* 245, pp. 225-231.
- Adams, G.K., Andrews, R.M. and Noble, L.M. (2010) "Eggs under pressure: components of water potential of chameleon eggs during incubation". *Physiological and Biochemical Zoology* 83, pp. 207-214.
- Adkins, E., Driggers, T., Ferguson, G., Gehrman, W., Gyimesi, Z., May E., Ogle, M. and Owens, T. (2003) "Ultraviolet Light and Reptiles, Amphibians". *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* Volume 13, No. 4, pp. 27- 37.
- Alberts, A.C. (1989) "Ultraviolet visual sensitivity in desert iguanas: implications for pheromone detection". *Anim Behav*, 38, pp. 129-137.
- Álvarez-Carrión, B. (2016) *Reptiles como animales de compañía*. Canis et Felis (Revista veterinaria profesional de animales de compañía) Monografía completa. n° 140 (3).
- Álvarez-Carrión, (2015) "Cómo trato problemas de hidratación en *Chamaeleo calyptratus* y *Furcifer pardalis*" Ponente internacional. Congress Southern European Veterinary Conference (SEVC). 50 Congreso Nacional AVEPA. 21<sup>st</sup> FECAVA. XII Congreso FIAVAC. Barcelona. 15-17 octubre. 2015.
- Álvarez-Carrión, B, y Bedía, M. (2010) Textos e imágenes 400 (c1\*), 450-462, 465, 466, 467. En: Collados, J. (2ed): *Atlas visual de patologías dentales y orales en pequeños animales y exóticos*. Vol. 2. Ed.: Servet- Grupo Asis Biomedica.
- Álvarez-Carrión, B. (2008) "Reproducción en Cautividad de Camaleones. Problemas más frecuentes". *Clínica veterinaria de pequeños animales. Revista Oficial de AVEPA* Vol. 28 n°3, pp. 129- 137.
- Álvarez-Carrión, B. (2006) *Alteraciones oftálmicas en camaleones*. Poster XXIII Congreso anual AMVAC.
- Anderson, C.V. and Higham, T.E. (2014) "Chameleon anatomy" Capit 3 In: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkely and Los Angeles, California, pp. 7-56.
- Anderson, C.V. and Deban, S.M. (2010) *Ballistic tongue projection in chameleons maintains high performance at low temperature*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107, pp. 5495-5499.
- Anderson, J. (1898) *Zoology of Egypt. First Volume. Reptilian and Batrachians*- London. (1901): A List of Reptiles and Batrachians obtained by Mr. A. Blaney Percival in Southern Arabia. -Porc. Zool. Soc. London: pp. 147-154.
- Andreone, F., Guarino, F.M. and Randrianirina, J.E. (2005) "Life history traits, age profile, and conservation of the panther chameleon, *Furcifer pardalis* (Cuvier 1829), at Nosy Be, NW Madagascar". *Tropical Zoology* 18, pp. 209-225.
- Andrews, R.M. (2008a) "Effects of incubation temperature on growth and performance of the veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*)". *Journal of Experimental Zoology* 309A. pp. 435-446.
- Andrews, R.M. (2008b) "Lizards in the slow lane: Thermal biology of chameleons". *Journal of Thermal Biology* 33, pp. 57-61.
- Andrews, R.M. (2007) "Effects of temperature on embryonic development of the veiled chameleon, *Chamaeleo calyptratus*". *Comparative Biochemistry and Physiology A-Physiology* 148, pp. 698-706.
- Andrews, R.M. (2005) "Incubation temperature and sex ratio of the veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*)". *Journal of Herpetology* 39, pp. 515-518.
- Andrews, R.M. and Donoghue, S. (2004) "Effects of temperature and moisture on embryonic diapause of the veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*)". *Journal of Experimental Zoology* 301A, pp. 629-635.

- Andrews, R.M. and Pough, F.H. (1985) "Metabolism of squamate reptiles: allometries and ecological relationships". *Physiological Zoology* 58, pp. 214-231.
- Andrews, R.M., Diaz-Paniagua, C., Marco, A. and Porthault, A. (2008) "Developmental arrest embryonic development of the common chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*) in Spain". *Physiological and Biochemical Zoology* 81, pp. 336-344.
- Andrews, R.M., Mendez de la Cruz, F.R. and Santa Cruz, M.V. (1997) "Body temperatures of female *Sceloporus grammicus*: thermal stress or impaired mobility". *Copeia*, pp. 108-115.
- Angelo R. (2002) "UVR measurement errors sources: spectral response of filtered broadband detectors". In Holick MF. (Ed): *Biologic Effects of Light*. Kluwer, Boston, pp. 57-63.
- Aristóteles, (350aC) *Of the chameleon*. Book 2, part 11. *Historia Animalium*. Oxford, United Kingdom: Clarendon Press.
- Bagnara, J.T., and Hadley, M.E. (1973) "Chromatophores and Colour Change: The Comparative Physiology of Animal Pigmentation". *Englewood Cliffs, NJ*: Prentice-Hall.
- Barnett, K.E., Cocroft, R.B. and Fleishman, L.J. (1999) "Possible communication by substrate vibration in a chameleon". *Copeia*, pp. 225-228.
- Barten, S.L. (2006a) "Lizards". En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders 2 edition; 59- 77, pp. 683-695.
- Barten, S.L. (2006b) "Penial Prolapse" En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders 2 edition; pp. 862-864.
- Barten, S. L., and Fleming, G. J. (2014) "Current Herpetologic Husbandry and Products". Chapter 1. En: Mader, DR and Divers, SJ (Eds.), *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery* (2nd Ed). St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, pp. 2-12.
- Beaufrière, H., Summa, N. and Le, K. (2016) "Respiratory System". En Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 76-150.
- Bell, D.A. (1989) "Functional anatomy of the chameleon tongue". *Zoologische Jahrbucher. Abteilung fur Anatomie und Ontogenie der Tiere* 119, pp. 313-336.
- Bennet, R.A. (1991) "Reptilian surgery part I: basic principles". *Exotic animal Medicine in Practice. Veterinary Learning Systems*, Trenton, NJ. 2, p. 108.
- Bennett, A.T. and Cuthill, I.C. (1994) "Ultraviolet vision in birds: what is its function?" *Vision Res*, 34, pp. 1471-1478.
- Bennett, A.F. (2004) *Thermoregulation in African chameleons*. En: Morris, S and Vosloo, A. Eds., *Animals and Environments: Proceedings of the Third International Conference of Comparative Physiology and Biochemistry*, International Congress Series, Vol. 1275. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. pp. 234-241.
- Bennett, A.F., and Dawson, W.R. (1976) "Metabolism". En Gans C. and Dawson, W.R. Eds., *Biology of the Reptilia*, Volume 5. London: Academic Press, pp. 127-223.
- Bennis, M., Versaux-Botteri, C., Reperant, J. and Armengol, J.A. (2005) "Calbindin, calretinin and parvalbumin immunoreactivity in the retina of the chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*)". *Brain Behavior and Evolution* 65, pp. 177-187.
- Bennis, M., El Hassni, M., Rio, J-P., Lecren, D., Reperant, J. and Ward, R. (2001) "A quantitative ultrastructural study of the optic nerve of the chameleon". *Brain Behavior and Evolution* 58, pp. 49-60.
- Bernard, J. B. (1995) *Spectral Irradiance of Fluorescent Lamps and Their Efficacy for Promoting Vitamin D Synthesis in Herbivorous Reptiles*. Ph.D. Dissertation, Michigan State University.

- Blaustein, A.R., Kiesecker, J.M., Walls, S.C. and Hockit, D.G. (1996) "Field experiments, amphibian mortality and UV radiation". *Bioscience*, 46, pp. 386-388.
- Blaustein, A.R., Kiesecker, J.M., Hockit, D.G. and Wall, S.C. (1995) *Amphibian declines and UV radiation*. *Bioscience*, pp. 514-515.
- Böhme, W. (1998) "Zur Genitalmorphologie der Sauria: funktionale und stammgeschichtliche" Aspekte.- Bonn. *Zool. Monogr* 27, p. 175.
- Böhme, W., Bischoff, W. and Ziegler, T. (1997) (Eds), *Herpetologica Bonnensis*. Bonn, Germany: Societas Europaea Herpetologica: Bonn.
- Böhme, W. and Klaver, C. (1980) "The systematic status *Chamaeleo kinetensis* Schmidt, 1943, from the Imatong mountains, Sudan, with comments on lung and hemipeneal morphology within the *Chamaeleo bittaeniatus* group". *Amphibian.Reptilia* 1, pp. 3-17.
- Boistel, R., Herrel, A., Daghfous, G., Libourel, P.A., Boller, E., Taffoureau, P. and Bels, A. (2010) "Assisted walking in Malagasy dwarf chameleons". *Biology Letters* 6(6) pp. 740-743.
- Bolette, D.P. (1998) "Foleyella candezei (Onchocercidae: Dirofilarinae) from a Fischer's chameleon, *Bradypodion fischeri* (Sauria: Chamaeleonidae) with a comment on the synonymy of *F. candezei*". *J Parasitol.* 84(5) pp. 1034-5.
- Bolet, A. and Evans, S.E. (2014) "Fossil History of Chameleons". In: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, pp. 175-192.
- Boulenger, G.A. (1888) "Description of two new chamaeleons from Nossi Bé, Madagascar". *Annals and Magazine of Natural History*, (6)1, pp. 22- 23.
- Bowmaker, J.K., Loew, E.R. and Ott, M. (2005) "The cone photoreceptors and visual pigments of chameleons". *Journal of Comparative Physiology A* 191, pp. 925-932.
- Boyer, D.T. and Boyer, T.H. (1991) "Trichlorfon Spray for snake mites (*Ophionyssus natricis*)". *Bull ARAV*. 1 (1) p. 2.
- Bradshaw, S.D. (1986) *Ecophysiology of desert Reptiles*. Academic. Press; Australia. Sidney, p. 324.
- Brain, C.K. (1961) "*Chamaeleo dilepis*- a study on its biology and behavior". *Journal of the Herpetological Association of Rhodesia* 1, pp. 15-20.
- Brakefield, P.M. and De Jong, P.W. (2011) "A steep cline in ladybird melanism has decayed over 25 years: a genetic response to climate change?" *Heredity* (Edinb), 107, pp. 574-578.
- Branch, W. R. and Tolley, K. A. (2010): "A new species of chameleon (Sauria: Chamaeleonidae: Nadzikambia) from Mount Mabuike, central Mozambique", *Afr. J. Herpetology*, 59 (2): 157-172. doi: 0.1080/21564574.2010.516275. (*Nadzikambia baylissi*).
- Brandão, J., Rick, M. and Mayer, J. (2016) "Endocrine System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 277-351.
- Brock, G.T. (1941) "The skull of the chameleon, *Lophosaurus ventralis* (Gray); some developmental stages". *Proceedings of the Zoological Society of London B* 110(3-4):219-241.
- Brotons, N.J. (1998) *Dermatitis por Hirsiella trombidiformis en Iguana iguana*. Proc XXIII CN AVEPA, Santiago de Compostela; p. 31.
- Brucke, E. (1852). "Untersuchungen be idem Farbwechsel des afrikanischen Chameleons". *Denkschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien* 4, pp. 179-210.

- Bruse, F., Meyer, M. and Schmidt, W. (2004) *Cría y mantenimiento de Alimento Vivo*. Reptilia Ediciones; pp. 7-142.
- Burns G.A., Ramos, A. and Muchlinski, A. (1996) "Fever response in North American snakes". *J Herpetol* 0, pp. 133-139.
- Burrage, B.R. (1973) "Comparative ecology and behaviour of *Chamaeleo pumilis pumilis* (Gmelin) and *C. namaquensis* A. Smith (Sauria: Chamaeleonidae)". *Annals of the South African Museum* 61, pp. 1-158.
- Cabanac, M. and Bernieri, C. (2000) "Behavioural rise in body temperature and tachycardia by handling of a turtle (*Clemmys insculpta*)" *Behavioural Processes* 49, pp. 61-68.
- Calvert, I. (2004a) "Nutrition". In Girling SJ, Raiti P. (2<sup>nd</sup> Ed): *Manual of Reptiles*, BSAVA, pp. 18- 39.
- Calvert, I. (2004b) "Nutritional problems". In Girling SJ, Raiti P. (2<sup>nd</sup> Ed): *Manual of Reptiles*, BSAVA, pp. 289-308.
- Camargo, C.R., Visconti, M.A. and Castrucci, A.M.L. (1999) "Physiological color change in the bullfrog, *Rana catesbeiana*". *Journal of Experimental Zoology* 283, pp. 160-169.
- Camp, C.L. (1923) "Classification of the lizards". *Bulletin of the American Museum of Natural History* 48, pp. 289-481.
- Canella, M.F. (1963) "Note di fisiologia dei cromatofori dei vertebrati pecilotermi, particolarmente dei lacertili". *Monitore Zoologico Italiano* 71, pp. 430-480.
- Canham, M.T. (1999) "The identification of specialized scale surface structures and scale arrangements of the ventral portion of a prehensile tail, used for increased grip in the *Chamaeleo* genus". *Chameleon information Network* 33 pp. 5-8.
- Chabanaud, P. (1923) "Description d'un chameleon nouveau d'Indochine et d'un exemplaire monstrueux d'*Enhydryis hardwicki*" *Gray. Bull. Mus nat. Hist nat Paris* 29, pp. 209-210.
- Charland, MB. (1993) "Thermal consequences of reptilian viviparity: Thermoregulation in gravid and nongravid garter snake (*Thamnophis*)". *Journal of herpetology* 29, pp. 383-390.
- Chitty, J. (2004) "Respiratory system" En: Girling S.J. and Raiti P. (2<sup>ed</sup>). BSAVA *Manual of Reptiles* pp. 230-242.
- Cole, G., Grau, D.B., Steinberg, H., *et al* (2008) "Suspected vitamin E and selenium deficiency in a veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*)" *J Herpetol. Med Surg*; 18(3/4), pp. 113- 116.
- Cooper, J.E. (2006) "Dermatology". En: Mader DR: *Reptile Medicine and Surgery*. 2 edition. WB Saunders Co, pp. 196-216.
- Cooper, J.E. (1986) "The role of pathology in investigation of diseases of reptiles". *Acta Zoologica et Pathologica Antiverpiensa* 2, p.15.
- Cooper, J.E. and Lawrence, L. (1982) Pathology studies of skin lesions in reptiles. In Vago C, Matz G, editors: proceedings of the 1st International Colloquium of Pathology of Reptiles and Amphibians, Angers, France.
- Cooper, W.E.Jr. and Greenberg. N. (1992) "Reptilian coloration and behavior". En: *Biology of the Reptilia*. (Eds) Gans C, Crews DE), Chicago University Press, Chicago, pp. 298-422.
- Cote, J., Meylan, S., Clobert, J. and Voituren. Y. (2010) "Carotenoid-based coloration, oxidative stress and corticosterone in common lizards". *Journal of Experimental Biology*. 213, pp. 2116-2124.
- Cowles, R.B. and Bogert, C.M. (2006) "Preliminary Study of the Thermal Requirements of Desert reptiles". En *Historical Perspective Iguana* • Volume 13, Number 1, pp. 53-60.

- Cowles, R.B. and Bogart, C.M. (1994) "A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles". *Bulletin of the American Museum of Natural History* 83, pp. 265-296.
- Cuadrado, M. (2001) "Mate guarding and social mating system in male common chameleons (*Chamaeleo chamaeleon*)". *Journal of Zoology* 255, pp. 425-435.
- Cuadrado, M. (1998) "The use of yellow spot colors as a sexual receptivity signal in females of *Chamaeleo chamaeleon*". *Herpetologica* 54, pp. 395-402.
- Cuadrado, M. and Loman, J. (1997) "Mating behaviour in a chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*) population in southern Spain—effects of male and female size", En W. Bohme, pp. 81-88.
- Cuvier, G. (1829): *Règne animal*, 2: 60, note 1.
- De Grandis, L. (1985) "Teoría y uso del color". *Madrid: Ediciones Cátedra S. A.*, p. 13.
- De Vosjoli, P. (2001) "Essential concepts of Herpetoculture". *DVM Exotic Vet Mag*, 2001. 3(6): 33-36.
- Denardo, D. (2006a) "Reproductive biology". En: Mader DR (2ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 376-390
- Denardo, D. (2006b) "Stress in captive reptiles". En: Mader DR (2ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 119- 123.
- Denardo, D. (2006c) "Dystocias". En: Mader DR (2ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 787-792.
- Dever, J. (2012) (December 5, 2007) "Common Chameleon". *Common Chameleon. usfca.edu*. Consultado el 9 de Enero de 2012.
- Dial, B.E and Grismer, L.L. (1992) A phylogenetic analysis of physiological-ecological character evolution in the lizard genus *Coleonyx* and its implications for historical biogeographic reconstruction. *Systemic Biology* 41, pp. 178-195.
- Diaz-Paniagua, C. and Cuadrado, M. (2003) "Influence of incubation conditions on hatching success, embryo development and hatchling phenotype of common chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*) eggs." *Amphibia-Reptilia* 24, pp. 429-440.
- Diaz-Paniagua, C. (2007) "Effect of cold temperature on the length of incubation of *Chamaeleo chamaeleon*". *Amphibia-Reptilia* 28, pp. 387-392.
- Diffey, B.L. (1990) "Solar ultraviolet radiation effects on biological systems". *Phys. Med. B i d*, 1991, Vol. 36. No 3, Printed in the UK, pp. 299-328.
- Dimaki, M., Valakos, E.D. and Legakis, A. (2000) "Variation in Body Temperatures of the African Chamaeleon *chamaeleo africanus*. (Laurenti, 1768) and the common Chamaeleon *chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus 1758)". *Belg. J. Zool.* 130, pp. 87-91.
- Dittrich, P. (1983) *Biologie der Sahara*. *Uni-Druck. München*, pp. 213.
- Dollion, A.Y., Cornette, R., Tolley, K.A., Boistel, R., Euriat, A., Boller, E., Fernandez, V., Stynder, D. and Herrel, A. (2015) "Morphometric analysis of chameleon fossil fragments from the Early Pliocene of South Africa: a new piece of the chamaeleonid history". *Sci. Nat.*, 102(2).
- Donaghue, SS (2010) "Nutrition of reptiles". En Han MS (5<sup>th</sup> Ed). *Small animal clinical nutrition*. Topeka (KS): Mark Morris Institute; pp. 1237-54.
- Donaghue, S (2006) "Nutrition". En Mader DR (2<sup>nd</sup> Ed): *Reptile Medicine and Surgery*, WB Saunders, pp. 251-298.

- Donoghue, S. (1996) "Nutrition". En Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*, WB Saunders, pp. 148-174.
- Dowling, H.G. and Duellman, W.E. (1974) "Systematic herpetology: a synopsis of families and higher categories"- *Hiss publications*, New York.
- Driggers, T. (1997): "Internal medicine. Infectious diseases". En Ackerman L(Ed) *The biology, husbandry and health care of reptiles*. TFH, pp. 574-612.
- Ducrest, A.L., Keller, L., Roulin, A. (2008) "Pleiotropy in the melanocortin system, coloration and behavioural syndromes". *Trends in Ecology and Evolution*, 23, pp. 502-510.
- Duke-Elder, S. (1957) "System of ophthalmology". Vol. I. *The eye in evolution*. London: Kimpton
- Duméril, A. and Bibron, G. (1836) *Erpétologie générale ou histoire naturelle complète des reptiles*. Paris: p.216.
- Duméril, M.C. and Duméril, M.A. (1851) *Catalogue méthodique de la collection des reptiles*. - Gide and Baudry, Paris, I - IV, pp. 1- 224.
- Dunson, W.A. (1976) "Salt glands in reptiles" En C. Gans and W.R. Dawson, Eds., *Biology of the Reptilia*. Volume 5. Physiology A. New York: Academic Press, pp. 413-445.
- Eatwel, K. (2010) "Lizards" En Meredith A and Johnson-Delaine C. *Manual of exotics Pets*. BSAVA (Fith ed) pp. 273-291.
- El Hassni, M., Bennis, M. and Rio, J.P. and Repérant, J. (2000) "Localization of motoneurons innervating the extraocular muscles in the chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*)". *Anat Embryol*; 201, pp. 63-74.
- Engelbrecht, D., Van, Z. (1951) "Contributions to the cranial morphology of the Chamaeleon *Microsaura pumila* Daudin". *Annale van die Universiteit van Stellenbosch*. 27(1) pp. 3-31.
- Essenwanger, O.M. (2001) *Classification of Climates, World Survey of Climatology 1C, General Climatology*. Elsevier, Amsterdam, p. 102.
- Farrell, A.P., Gamperl, A.K. and Francis, E.T. (1998) "Comparative Aspects of Heart Morphology" En C. Gans and A.S. Gaunt, (Eds.), *Biology of the Reptilia. Visceral organs*, Vol19. Morphology G. Ithaca, NY: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, pp. 375-424.
- Ferguson, G.W., Gehrmann, W.H., Karsten, K.B., Landwer, A.J., Carman, E.N., Chen, T.C. and Holick, M.F. (2005) "Ultraviolet exposure and vitamin D synthesis in a sun-dwelling and shade-dwelling species of Anolis: Are there adaptations for lower ultraviolet B and dietary vitamin D<sub>3</sub> availability in the shade?" *Physiological and Biochemical Zoology* 78, pp. 193-200.
- Ferguson, G.W., Murphy, J.B., Ramanamanjato, J.B., Raselimanana, A.P. (2004) *The Panther Chameleon: Color Variation, Natural History, Conservation, and Captive Management*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- Ferguson, G.W., Gehrmann, W.H., Karsten, K.B., McRae, M., Chen, T.C., Lung, N.P. and Holick, M.F. (2003) "Do Panther Chameleons Bask to Regulate Endogenous Vitamin D<sub>3</sub> Production. Physiological and Biochemical" *Zoology* 76, pp. 52-59.
- Ferguson, G.W., Gehrmann, W.H., Chen, T.C., Dierenfeld, E.S. and Holick, M.F. (2002) "Effects of artificial ultraviolet light exposure on reproductive success of the female panther chameleon (*Furcifer pardalis*) in captivity". *Zoo Biol* 21, pp. 525-537.
- Ferguson, G.W., Gehrmann, W.H., Chen, T., Holick, M.F. and Russell, M.J. (1999) "Ultraviolet light requirements of panther chameleons in captivity". En: Holick MF, Jung EG, editors. *Biologic effects of light* 1998. Boston: Kluwer. pp. 137-40.
- Ferguson, G.W., Jones, J.R., Gehrmann, W.H., Hammack, S.H., Talent, L.G., Hudson, R.D., Dierenfeld, E.S., Fitzpatrick. M.P., Frye, F.L., Holick, M.F., Chen, T.C., Lu, Z., Gross, T.S. and Vogel, J.J. (1996) "Indoor

- husbandry of the panther chameleon *Chamaeleo [Furcifer] pardalis*: effects of dietary vitamins A and D and ultraviolet irradiation on pathology and life-history traits". *Zoo Biol*, 15, pp. 279-299.
- Finke, M.D. (2013) "Complete nutrient content of four species of feeder insects". *Zoo Biol* 2013; 32, pp. 27-36.
- Finke, M.D. (2007) "Estimate of chitin in raw whole insects". *Zool boil*. 26, pp.105-15.
- Finke, M.D. (2002) "Complete nutrient composition of commercial raised invertebrates used as food for insectivores". *Zool Biol*. 21, pp. 269-85.
- Finke, M.D., Dunham, S.U. and Kwabi, C.A. (2005) "Evaluation of four dry commercial gut loading products for improving the calcium content of crickets, *Acheta domesticus*". *J Herp Med Surg*. 15, pp. 7-12.
- Firth, B. and Turner, J.S. (1982) "Sensory, neural and hormonal aspects of thermoregulation". *Biology of the reptilia*, Vol 12; pp.213-274.
- Fitzgerald, K.T. and Vera, R. (2006) *Acariasis En: Mader (Ed) Reptile Medicine and Surgery*. 2 edition. WB Saunders Co., pp. 720-738.
- Flanders, M. (1985) "Visually guided head movement in the African chameleon". *Vision Research* 25, pp. 935-942.
- Fleishman, L.J., Loew, E.R., Whiting, M.J. (2011) "High sensitivity to short wavelengths in a lizard and implications for understanding the evolution of visual systems in lizards". *Proceedings. Biological Sciences*, 278, pp. 2891-2899.
- Fleishman, L.J., Loew, E.R. and Leal, M. (1993) "Ultraviolet vision in lizards". *Nature*. 365, p. 39.
- Fox, D.L. (1976) "Animal Biochromes and Structural Colours: Physical, Chemical, Distributional and Physiological Features of Coloured Bodies in the Animal World". University of California Press, Berkeley, Oakland.
- Fox, H. (1977) "The urogenital system of reptiles." En: C. Gans and T.S. Parsons, Eds., *Biology of the Reptilia. Volume 6. Morphology E*. New York: Academic Press, pp. 1-157.
- Frank, G.H. (1951) "Contributions to the cranial morphology of Rhampholeon platyceps Gunther". *Annale van die Universiteit van Stellenbosch* 27(2), pp. 33-67.
- Fraser, M.A. and Girling, J. (2004) "Dermatology". En: Girling, S.J. and Raiti, P. (2<sup>nd</sup>ed). *BSAVA Manual of Reptiles*, pp. 184-198.
- Fritz, J.P. and Schütte, F. (1987) "Zur biologie jemenitischer *Chamaeleo calyptratus* Duméril and Duméril 1851 Mit einigen Anmerkungen zum systematischen status (Sauria: chamaeleonibae)". *Salamandra* 23 (1), pp. 17-25.
- Frye, F.L. (1994) *Reptile Clinician's Handbook: A Compact Clinical and Surgical Reference*. Pp. 70-100
- Frye, F.L. (1991a) "Reproduction in reptiles" En: Frye FL (Ed): *Biomedical and surgical aspects of captive reptiles husbandry*. 2<sup>nd</sup> edition, Krieger Pub Inc; pp. 345-392.
- Frye, FL (1991b) "Fungal, Actinomycete, Bacterial, Rickettsial and Viral diseases". En: Frye FL (Ed) *Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptilian Husbandry*, 2<sup>nd</sup> edition, Krieger Publishing. Malabar Florida. Vol I, pp. 101-182.
- Frye, FL (1991c) "Applied nonhemic parasitology of reptiles". En: Frye FL (Ed) *Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptilian Husbandry*, 2<sup>nd</sup> edition, Krieger Publishing. Malabar Florida. Vol I, pp. 281-313.
- Funk, R.S. (2002) "Lizard reproductive medicine and surgery". *Vet Clin Exot Anim* 5, pp. 579-613.
- Gans, C. (1967) "The chameleon". *Natural History* 76, pp. 52-59.

- Gehring, P. Lutzmann, S.N., Furrer, S. and Sossinka, R. (2008) "Habitat preferences and activity patterns of *Furcifer pardalis* (Cuvier, 1829) in the Masoala Rain Forest Hall of the Zurich Zoo". *Salamandra* 44, pp. 129-140.
- Gehring, P.S., Rasoavina, F.M., Vences, M., Glaw, F. (2011) "Calumma vohibola, a new chameleon species (Squamata: Chamaeleonidae) from the littoral forests of eastern Madagascar". *African Journal of Herpetology* 60(2), pp. 130-154.
- Gehrmann, W.H. (1997) "Reptile lighting: A current perspective". *The Vivarium*, 8(2):44-45, 62.
- Gehrmann, W.H. (1996) "Lizard-saver light support". *The Vivarium* 7, p. 49.
- Gehrmann, W.H. (1994a) "Light requirements of captive amphibians and reptiles". En: Murphy J, Adler K, Collins JT (Eds): *Captive Management and Conservation of Reptiles and Amphibians*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Contributions to Herpetology. Vol XI. Ithaca, NY, pp. 53-59.
- Gehrmann, W.H. (1994b) "Spectral characteristics of lamps commonly used in herpetoculture". *The Vivarium*. 5, pp. 16-29.
- Girlings, S.J. and Raiti, P. (2004) *Manual of Reptiles* second edition. BSAVA.
- Glaw, F. (2015) "Taxonomic checklist of chameleons (Squamata: Chamaeleonidae)". *Vertebrate zoology* 65(2) 167-246 23.6.215.
- Glaw, F., Kohler, J., Townsend, T.M., Vences, M. (2012) "Rivaling the world's smallest reptiles: discovery of miniaturized and microendemic new species of leaf chameleons (Brookesia) from northern Madagascar". *PLoS ONE* 7:e31314.
- Gray, S.M. and McKinnon, J.S. (2007) "Linking color polymorphism maintenance and speciation". *Trends in Ecology and Evolution*, 22, pp. 71-79.
- Grbic, D., Saenko, S.V., Randriamora, T.M., Debry, A., Raselimanina, A.P. and Milinkovitch, M.C. (2015) "Phylogeography and support vector machine classification of colour variation in panther chameleons". *Molecular Ecology* V 4. Issue 13 Jul 2015 3455-3466. doi: 10.1111/mec.13241
- Greenbaum, E., Tolley, K.A., Joma, A., Kusamba, C. (2012) "A new species of chameleon (Sauria: Chamaeleonidae: Kinyongia), from the Northern Albertine Rift, Central Africa". *Herpetologica* 68(1), pp. 60-75.
- Greiner, E.C. and Mader, D.R. (2006) "Parasitology". En: Mader DR (2<sup>nd</sup>Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Co. pp. 343-364
- Gundy, G.C. and Wurst, G.Z. (1976) "The occurrence of parietal eyes in recent Lacertilia (Reptilia)". *Journal of Herpetology* 10, pp. 113-121.
- Günther, A. (1891) "Eleventh Contribution to the Knowledge of the Fauna of Madagascar". *Ann. Mag. Nat. Hist.* 8, pp. 287-288.
- Guppy, M. and Davison, W. (1982) The hare and the tortoise: metabolic strategies in cardiac and skeletal muscles of the skink and the chameleon. *Journal of Experimental Zoology* 220, pp. 289-295.
- Hall, R.J. and Clark, D.R. (1982) "Responses of the iguanid lizard *Anolis carolinensis* to four organophosphorus pesticides". *Environmental Pollution (Series A)* 28, pp. 45-52.
- Hall, R.J. (1980) Effects of environmental contaminants on reptiles: a review. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, special scientific report - wildlife no. 228. Washington D.C., USA, pp. 12.
- Harkewicz, K.A. (2001) "Dermatology of Reptiles: a clinical approach to diagnosis and treatment". En Schmidt, DVM (Eds): *Vet Clin N Am Exot Anim.* 4 (2); pp. 441-461.

- Harvey-Clark, C.J (1997) "Dermatologic (Skin) Disorders". En: Ackerman L: *The biology, husbandry and health care of reptiles*. TFH; pp. 654-680.
- Hattano, F.H., Vrcibradic, D., Galdino, C.A.B., Cunha-barros, M., Rocha, C.F.D. and Van Sluys, M. (2001) "Thermal Ecology and Activity Patterns of the Lizard Communiti of the Restinga of Jurubatiba. Macaé, R.J". *Rev. Brasil. Biol.* 61(2) pp. 287-294.
- Hazard, L.C. (2004) "Sodium and potassium secretion by Iguana salt glands". En: A.C. Alberts, R.L. Carter, W.K. Hayes and E.P. Martins,(eds). *Iguanas: Biology and Conservation*. Berkeley: University of California Press, pp. 84-93.
- Heatwole, H. (1983) "Physiological Resposes of animals to Moisture and Temperature". En: H. L. Ieth y N. Werger (edit) *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Ecosystems of the World. Elsevier. Amsterdam
- Hebrard, J.J., Reilly, S.M., and Guppy, M. (1982) "Thermal ecology of *Chamaeleo hönhnelii* and *Mabuya varia* in the Aberdare mountains: constraints of heterothermy in an alpine habitat". *J East Afr Nat Hist Soc Natl Mus* 176, pp. 1-6
- Henkel, F.W. and Schmidt, W. (2000) *Amphibians and Reptiles of Madagascar and the Mascarene, Seychelles, and Comoro Islands*. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida.
- Henle, K. (1988) "Amphibian and reptile fatalities caused by chlordane spraying?" *Victorian Naturalist* 105, pp. 216-217.
- Hernández-Divers, S.J. (2001) "Clinical aspects of reptile behaviour". En: Lightfoot TL (Ed): *Behavior. Vet Clin Exot Anim.* (4) 3- pp. 599-612.
- Herrel, A. (2014) "Chameleon Physiology". Capit 3. En: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. Universsity of California Press. Berkely and Los Angeles, California. pp. 57-62.
- Herrel, A., Measey, G.J., Vanhooydonck, B. Tolley, K.A. (2011) "Functional consequences of morphological differentiation between populations of the Cape Dwarf Chameleon (*Bradypodion pumilum*)". *Biological Journal of the Linnean Society* 104, pp. 692-700.
- Herrel, A., Meyers, J.J., Aerts, P., Nishikawa. K.C. (2000) "The mechanics of prey prehension in chameleons". *Journal of Experimental Biology* 203(21), pp. 3255-3263.
- Herrel, A., Meyers, J.J., Nishikawa, K.C., De Vree, F. (2001b) "Morphology and histochemistry of the hyolingual apparatus in chameleons". *Journal of Morphology* 249(2), pp. 154-170.
- Higdon C.W., Mitra R.D., Johnson S.L. (2013) "Gene expression analysis of zebrafish melanocytes, iridophores, and retinal pigmented epithelium reveals indicators of biological function and developmental origin". *PLoS ONE*. 2013;8:e67801. doi: 10.1371/journal.pone.0067801.
- Higham, T.E. and Anderson, C.V. (2014) "Function and Adaptation of Chameleons". Capit 4. En: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. Universsity of California Press. Berkely and Los Angeles, California, pp. 63- 114
- Hillenius, D. and Gasperetti, J. (1984) "Reptiles of saudi arabia. The Chameleons of Saudi Arabia". *Fauna of Saudi Arabia* 6, pp. 513-526.
- Hillenius, D. (1959) "The differentiation within the genus *Chamaeleo* Laurenti 1768". - *Beaufortia*, 8 pp. 1-92
- Hoby, S., Wenker, C., Robert, N., Jermann, T., Hartnack, S., Segner, H., Aebischer, C.P. and Liesegang, L. (2010) "Nutritional Metabolic Bone Disease in Juvenile Veiled chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and Its Prevention". *The Journal of Nutrition. Nutrition and Disease. American Society for Nutrition*; doi:10.3945/jn.110.120998, pp. 1923-1931.
- Hoekstra, H.E. (2006) "Genetics, development and evolution of adaptive pigmentation in vertebrates". *Heredity*, 97, pp. 222-234.

- Hofman, A., Maxson, L.R., and Arntzen, J.W. (1991) "Biochemical evidence pertaining to the taxonomic relationship within the family Chamaeleonidae- Amphibia"- *Reptilia* 12, pp. 245-265.
- Hogben, L. and Slome, D. (1931) "The pigmentary effector system VI. The dual character of endocrine coordination in amphibian color change". *Proceedings of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences* 108, pp. 10-53.
- Hogben, L.T., and Mirvish, L. (1928) "The pigmentary effector system. V. The nervous control of excitement pallor in reptiles" *Journal of Experimental Biology* 5, pp. 295-308.
- Holick, M.F. and Clark, M.B. (1978) "The photobiogenesis and metabolism of vitamin D". *Fed Proc* 37, pp. 2567- 74.
- Holick, M.F., Tian, X.Q. and Alien, M. (1995) "Evolutionary importance for the membrane enhancement of the production of vitamin D3 in the skin of poikilothermic animals". *Proc Nat Acad Sci*, 92, pp. 3124-3126.
- Holick, M.F., Schnoes, K., Deluca, H.F., Suda, T., Cousins, J.R. (1971) "Isolation and identification of 1,25 dihydroxycholecalciferol: a metabolite of vitamin D active in the intestine". *Biochemistry* 10, pp. 2799-804.
- Holick, M.F. (1999) "Biological effects of light: historical and new perspectives". En: Holick MF, Jung EG, editors. *Biologic effects of light 1998*. Boston: Kluwer, pp. 11-32.
- Huey, R.B. (1982) "Temperature, physiology and the ecology of reptiles". En C. Gans, ed. *Biology of the Reptilia*. Vol. 12. Academic Press, New York, pp. 25-91.
- Huey, R.B. (1987) "Phylogeny, history and the comparative method". *New Directions in Ecological Physiology*, pp. 76-101
- Hunt, D.M., Wilkie, S.E., Bowmaker, J.K. and Poopalasundaram, S. (2001) "Vision in the ultraviolet". *Cellular and Molecular Life Sciences* 5, pp. 1583-1598.
- Hurley, T. (2004) "Maui Chameleons multiplying. Honolulu". *Advertiser, Honolulu*, 26/4/2004.
- Jacobson, E.R. (1991) "Diseases of the integumentary system of reptiles". En: Nesbitt GH, Ackerman IJ: *Dermatology for the small animal practitioner*. Lawrenceville, NJ, Veterinary Learning Systems, pp. 225-239
- Jenkins, R.K.B., Andreone, F., Andriamazava, A., Anjeriniaina, M., Brady, L., Glaw, F., Griffiths, R.A., Rabibisoa, N., Rakotomalala, D., Randrianantoandro, J.C., Randrianiriana, J., Randrianizahana, H., Ratsoavina, F. and Robsomanitrondrasana, E. (2011) "*Furcifer pardalis*. The IUCN Red List of Threatened Species. e.T172955A6947909." Version 2015.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Consultado el 12 Jun 2015.
- Jepson, L. (2011) *Medicina de animales exóticos*. Ed Elsevier, pp. 268- 411.
- Johnson, J.D. (2004) "Urogenital system". En: Girling, S.J. and Raiti, P. (2ªed). *BSAVA Manual of Reptiles*, pp. 261-272.
- Johnson III, J.G., Brandão, J., Perry, S.M. and Mitchell, M.A. "Urinary System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 494-548.
- Jones, J.R., Ferguson, G.W., Gehrmann, W.H., Holick, M.F., Chen, T.C. and Lu, Z. (1996) "Vitamin D nutritional status influences voluntary behavioral photoregulation in a lizard. In: Holick MF, Jung EG, editors". *Biological effects of light 1995*. Berlin: Walter de Gruyter, pp 49-55.
- Jones, L., Cooper, R. and Harding, R. (1972) "Composition of mealworm *Tenebrio molitor* larvae". *J Zool Wild Med*; 3, pp. 34-41.
- Karsten, K.B., Ferguson, G.W., Chen, T.C. and Holick, M.F. (2009a). "Panther chameleons, *Furcifer pardalis*, behaviorally regulate optimal exposure to UV on dietary vitamin D3 status". *Physiological and Biochemical Zoology* 82, pp. 218-225.

- Karsten, K.B., Andriamandimbarisoa, L.N., Fox, S.F., Raxworthy, C.J. (2009b) "Social behavior of two species of chameleons in Madagascar: insights into sexual selection". *Herpetologica* 65:54-69.
- Karsten, K.B., Andriamandimbarisoa, L.N. Fox, S.F. and Raxworthy, C.J. (2008) "A unique life history among tetrapods: An annual chameleon living mostly as an egg". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, pp. 8980-8984.
- Kashyap, H.V. (1960) "Morphology of the reptilian heart". *Bulletin of the Zoological Society of India, Nagpur* 3, pp. 23-34.
- Keeble, E. (2004) "Neurology". En: Girling, S.J. and Raiti, P. (2<sup>nd</sup>ed). *BSAVA Manual of Reptiles*, pp. 273-288.
- Kelso, E.C., Verrell, P.A. (2002) "Do male veiled chameleons, *Chamaeleo calyptratus*, adjust their courtship displays in response to female reproductive status?" *Ethology* 108, pp. 495-512.
- Kingsbury, B.A. (1994) "Thermal constraints and eurythermy in the lizard *Elgaria multicarinata*". *Herpetologica* 50, pp. 266-273.
- Klaver, C. (1981) "Lung-morphology in the Chamaeleonidae (Sauria) and its Bearing upon Phylogeny, systematics and Zoogeography". - *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 19, pp. 36-58.
- Klaver, C. (1979) "A review of Brookesia systematic with special reference to Lung-morphology (Reptilia: Sauria: Chamaeleonidae)". *Bonn zool. Beitr.* 30(1-2), pp. 162-175.
- Klaver, C. (1977) "Comparative lung-morphology in the genus *Chamaeleo* Laurenti, 1768 (Sauria: Chamaeleonidae) with a discussion of taxonomic and zoogeographic implications".- *Beaufortia* 25(327), pp. 167-199.
- Klaver, C. (1973) "Lung- anatomy: aid in Chamaeleon taxonomy". - *Beaufortia* 20(269), pp. 155-177.
- Klaver, C. and Böhme, W. (1997) "Chamaeleonidae. Das Tierreich, 112". - *Verlag Walter de Gruyter and Co*, Berlin, New York, p. 85.
- Klaver, C. and Böhme, W. (1986) "Phylogeny and classification of the Chamaeleonidae (Sauria) with special reference to hemipenis morphology". *Bonn.Zool. Monogr* 22 pp. 58-60.
- Klingenberg, R.J. (2004) "Parasitology". En: Girling S.J. and Raiti, P. (Ed): *BSAVA Manual of Reptiles* 2<sup>nd</sup> ed. 2004 pp. 319-330
- Kluger, M.J., (1979a) "Phylogeny of fever". *Fed. Proc.* 38, pp. 30-34.
- Kluger, M.J. (1979b) "Fever in ectotherms evolutionary implications". *American zoologist*, pp. 295-304.
- Kober, I. and Ochsenbein, A. (2006) *Jemenchamäleon und Pantherchamäleon Pflege, Zucht, Lebensweise*. Ed Kirschner Seuffer Verlag.
- Köhler, G. (2006) *Incubation of Reptile Eggs*. Ed Krieger Publishing Company.
- Köppen, W. and Geiger, M. (1936) "Das geographische System der Klimate". Band I, Teil C, (Ed) In: *Handbuch der Klimatologie*. Von Köppen W. Berlin. Verlag Gebrüder Borntraeger. W 35 Koester Ufer 17.
- Kraus, F. and F. Duvall, F. (2004) "New records of alien reptiles and amphibians in Hawaii". *Bishop Museum Occasional Papers* 79, pp. 62-64.
- Krause, P. and Böhme, W. (2010): "A new chameleon of the *Trioceros bitaeniatus* complex from Mt. Hanang, Tanzania, East Africa (Squamata, Chamaeleonidae)", *Bonn Zoological Bulletin*, 57: 19-29 (para *Trioceros hanangensis*).
- Krysko, K.L., Enge, K.M. and King, F.W. (2004) "The Veiled Chameleon, *Chamaeleo calyptratus*: A new exotic species in Florida". *Florida Scientist* 67, pp. 249-253.

- Kummrow, M.S., Mastromonaco, G.F., Crawshaw, G. and Smith, D.A. (2010) "Fecal hormone patterns during non-ovulatory reproductive cycles in female veiled chameleons (*Chameleo calyptratus*)". *General and Comparative Endocrinology*, 168, pp. 349-355.
- Kuriyama, T., Miyaji, K., Sugimoto, M., Hasegawa, M. (2006) "Ultrastructure of the dermal chromatophores in a lizard (Scincidae: *Plestiodon latiscutatus*) with conspicuous body and tail coloration". *Zoological Science*, 23, pp. 793-799.
- Labelle, A. (2016) "Special Senses: Eyes" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 435-459.
- Laszlo, J. (1969) "Observations on two new artificial lights for reptile displays". *International Zoo Yearbook* 9, pp. 12-13.
- Laszlo, J. (1979) "Notes on thermal requirements of reptiles and amphibians in captivity". In 3rd *Annual Reptile Symposium on Captive Propagation and Husbandry*, Knoxville, Tennessee.
- Latney, L. and Clayton, L.A. (2014) "Update on amphibian Nutritional and Feeder Insect Nutritive Quality". En: Mayer J. Nutrition. *Vet Clin fNorth Am.: Exotic Anil Pract.* 17 (3), pp. 347-367.
- Latney, L.T. and Wellhan, J. (2013) "Selected emerging infectious diseases of squamata". In: New and emerging diseases Chen S and Wyre NR, *Vet Clin Exot Anim* 16(2), pp. 319-338
- Le Berre, F. (1995) *The new Chameleon Handbook*. Barron's Educational Series Inc. New York pp. 128.
- Lesson, R.-P. (1832 - 1834) *Illustrations de Zoologie*, pl. XXXIV and pl. XXXV.
- Ligon, R.A. and Mcgraw, K.J. (2013) "Chameleons communicate with complex colour changes during contests: different body regions convey different information" *Biol. Lett.* 2013 9, 20130892, published 11 (December 2013). <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.0892>.
- Lin, E.J.I. and Nelson, C.E. (1981) "Comparative reproductive biology of two sympatric tropical lizards, *Chamaeleo jacksonii* Boulenger and *Chamaeleo boehnelii* Steindachner (Sauria: Chamaeleonidae)". *Amphibia-Reptilia* 3/4:287-311.
- Losos, J.B., Walton, B.M. and Bennett, A.F. (1993) "Trade-offs between sprinting and clinging ability in Kenyan chameleons". *Functional Ecology* 7, pp. 281-286.
- Love, B. (2003) Neubürger. *Reptilia* (D) 8(1) pp. 20-21.
- Lutzmann, N. (2008). "Some important changes in the systematics of Bradypodion" Fitzinger, 1843. Chameleons! Online E-Zine, February 2008. (<http://www.chameleonnews.com/08FebLutzmann.html>)
- Lutzmann, N. and Nečas, P. (2002) "Zum Status von *Bradypodion tavetanum* (steiNDachNeR1891) aus den Taita Hills, Kenia, mit Beschreibung einer neuen Unterart (Reptilia: Sauria: Chamaeleonidae)". - *Salamandra*, 38(1) pp. 5 - 14
- Maasiii, A.K. (2014) "Considerations and conditions involving protooal inhabitation of the reptilian gastrointestinal tract". In: Ritman TK (Ed). *Vet Clin fNorth Am.: Exotic Anil Pract.* 17 (3) pp. 263-297.
- Maclaughlin, J.A., Anderson, R.R. and Holick, M.R. (1982) "Spectral character of sunlight modulates photosynthesis of previtamin D3 and its photoisomers in human skin". *Science*, 216 pp. 1001-1003.
- Mader, D.R. (2006a) "Perinatology". En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 365- 375.
- Mader, D.R. (2006b) "Thermal burns". En: Mader DR (2<sup>nd</sup> Ed): *Reptile Medicine and Surgery*, WB Saunders, pp. 916- 923.

- Mader, D.R. (2006c) "Metabolic bone disease". En: Mader DR (2<sup>nd</sup> Ed): *Reptile Medicine and Surgery*, WB Saunders; pp. 841-857.
- Magalhaes, I.S., Mwaiko. S., Seehausen, O. (2010) "Sympatric colour polymorphisms associated with nonrandom gene flow in cichlid fish of Lake Victoria". *Molecular Ecology*, 19, pp. 3285-3300.
- Maia, J.P., Crottini, A. and Harris, D.J. (2014) "Microscopic and molecular characterization of Hepatozoon domerguei (Apicomplexa) and Foleyella furcata (Nematoda) in wild endemic reptiles from Madagascar". *Parasite*, 21, 47 DOI: 10.1051/parasite/2014046
- Mans, C. and Braun, J. (2014) "Update on Common Nutritional Disorders of Captive Reptiles". En: Mayer J. Nutrition. *Vet Clin f North Am.: Exotic Anil Pract.* 17 (3) pp. 369-395
- Mariaux, J. and Tilbury, C.R. (2006) "The pygmy chameleons of the Eastern Arc Range (Tanzania): evolutionary relationships and the description of three new species of Rhampholeon (Sauria: Chamaeleonidae)". *Herpetological Journal* 16(3) pp. 315-331.
- Marschang, R.E. (2014) "Clinical virology". En: Mader and Divers (Ed). *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery*. Elsevier pp. 32- 52.
- Marschang, R.E. and Chitty, J. (2004) "Infectious diseases". In: Girling S.J. and Raiti P. (2<sup>a</sup>ed). *Manual of Reptiles*, BSAVA pp. 330-345.
- Masuoka B. (2002) "Illegal chameleons may lurk on Maui. Honolulu". *Advertiser*. 4.
- Mates, J.W.B. (1978) "Eye movements of African chameleons: spontaneous saccade timing". *Science* 199 pp.1087-1088.
- Matschie P. (1893) "Über einige von Herrn Oscar Neumann Bei Aden gesammelte u beobachtete Säugethiere, Reptilen und Amphibien"- *Sber. Ges. Naturf. Freunde*, Berlin pp. 24-31.
- Mathee, C.A., Tilbury, C.R., Townsend, T. (2004) "A phylogenetic Review of the African leaf chameleons genus *Rhampholeon* (Chamaeleonidae): The role of vicariance and climate change in speciation". *Proceeding Royal Society: Biological Sciences* 2004. 271 pp. 1967-1975.
- Mattioli, J.R., Schimmenti, G. (1999) "On the discovery of a new large chameleon inhabiting the limestone outcrops of western Madagascar: *Furcifer nicosiai* sp. nov. (Reptilia, Chamaeleonidae)". *Doriana* 8 (311) pp. 1-14.
- Mauldin, G.N. and Done, L.B. (2006): "Oncology". En: Mader DR: *Reptile Medicine and Surgery*. 2 edition. WB Saunders Co. pp. 299-322.
- Mayer, J. and Bradley, T. (2006) "Reptile Behavior". En: *Exotic Pet Behavior, Birds, Reptiles and Small Mammals*. Bradley T, Lightfoot T and Mayer J (Ed), Philadelphia, WB Saunders, pp. 103-162.
- Mcallister, C.T., Steve, J. and Upton, S.T. (2012) "Second Report of *Isospora jaracimmani* (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Yemen Chameleon, *Chamaeleo calypttratus* (Sauria: Chamaeleonidae)". In Texas, U.S.A *Comparative Parasitology* 79(1) pp.153-154.
- McArthur, S., McLellan, L. and Brown, S. (2004) "Gastrointestinal system". En: Girling S.J. and Raiti P. (2<sup>a</sup>ed). *Manual of Reptiles*, BSAVA pp. 210-229.
- McFadden, M.S. (2016) "Musculoskeletal System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 352-391
- McKinnon, J.S. and Pierotti, M.E. (2010) "Colour polymorphism and correlated characters: genetic mechanisms and evolution". *Molecular Ecology*, 19, pp. 5101-5125.

- Measey, G.J., Raselimanana, A. and Herrel, A. (2014) "Ecology and Life History of Chameleons". Capit 5 In: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, pp 85-113.
- Measey, G.J., Hopkins, K., Tolley, K.A. (2009) "Morphology, ornaments and performance in two chameleon ecomorphs: is the casque bigger than the bite?" *Zoology* 112 pp.217-226.
- Meerman, J, and Boomsma, T. (1987) "Beobachtungen and *Chamaeleo calyptratus calyptratus* Duméril and Duméril, 1851, in der Arabischen Republik Jemen (Sauria: Chamaleonidae)"- *Salamandra* 23 (1) npp. 10-16
- Mehler, S.J. and Bennett, R.A. (2006) "Upper alimentary tract disease". En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 924-930.
- Menegon, M.; Salvidio, S., Tilbury, C. (2002) "A new dwarf chamaeleon from the Udzungwa Mountains of Tanzania, East Africa (Squamata: Rhampholeon Günther 1874)". *Journal of Herpetology* 36 (1) pp. 51-57.
- Millichamp, N.J. (2004) "Ophthalmology". En: Girling S.J. and Raiti P. (2<sup>ed</sup>). *Manual of Reptiles*, BSAVA pp. 199-209.
- Millichamp, N.J. (1997) "Oftalmología de reptiles". En: Bonagura JD, Kirk RW. *Terapéutica veterinaria de pequeños animales*. McGraw-Hill Interamericana, México, pp. 1469-1473.
- Modry, D. and Koudela, B. (1995) "Description of *Isospora jaracimmani* sp. n. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Yemen chamaeleon *Chamaeleo calyptratus*". *Folia parasitologica* (Praha) 42 pp. 313-316.
- Moody, S.M. (1980) Phylogenetic and historical biogeographical relationship of the genera in the family Agamidae (Reptilia: Lacertilia)- Unpubl Ph D Thesis, Univ of Michigan, Ann Arbor
- Müller, R., Walbröl, U. and Lutzmann. N. (2007) *Furcifer pardalis Das Pantherchmäleon* Ed: Terrarien Bibliothek, pp. 8-12.
- Murray, M.J. (2006) "Pneumoniae and lower respiratory tract disease". En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 865-877.
- Mutungi, G. (1992) "Slow locomotion in chameleons: histochemical and ultrastructural characteristics of muscle fibers isolated from iliofibularis muscle of Jackson's chamaeleon (*Chamaeleo jacksonii*)". *Journal of experimental Zoology* 263 pp. 1-7.
- Narbaitz, R. and Tsang, C.P.W. (1989) "Vitamin D deficiency in the chick embryo: effects on prehatching motility and on the growth and differentiation of bones, muscles and parathyroid glands". *Calcif Tissue Int* 44 pp. 348-55.
- Nečas, P. (2004a): "Sección general". En: *Camaleones. Las joyas ocultas de la naturaleza*. 2<sup>a</sup> edición Ed: Chimaira Reptilia ediciones, pp. 10-101.
- Nečas, P. (2004b), "Sección especial *Chamaeleo calyptratus*". En: *Camaleones. Las joyas ocultas de la naturaleza*. 2<sup>a</sup> edición: Chimaira. Reptilia ediciones) 113-119
- Nečas, P. (2004c): "Sección especial *Furcifer pardalis*". En: *Camaleones. Las joyas ocultas de la naturaleza*. 2<sup>a</sup> edición: Chimaira. Reptilia ediciones) 259-265.
- Nečas, P. (1999a) "General section". *Chameleons. Nature's hidden jewels*. Ed: Chimaira. Krieger Publishing, pp. 10-98.
- Nečas, P. (1999b) "Special section. *Chamaeleo calyptratus*". *Chameleons. Nature's hidden jewels*. Ed: Chimaira. Krieger Publishing, pp. 113- 119.
- Nečas, P. (1999c) "Special section. *Furcifer pardalis*". *Chameleons. Nature's hidden jewels*. Ed: Chimaira. Krieger Publishing, pp. 223-230

- Nečas, P. (1990) Chamaeleo *Chamaeleo calyptratus calyptratus*. *Ziva* 38 (5) pp. 228-229.
- Nečas, P. (1991) Chamaeleo calyptratus calyptratus. *Herpetofauna*, Weinstadt 13 (73) pp. 6-10.
- Nečas, P. and Schimdt, W. (2004) “Stump-tail chameleons”. *Miniature dragons of the rainforest* Ed Chimaira
- Nečas, P.; Modry, D.; Slapeta, J. R. (2005) “Chamaeleo (Trioceros) ntunte sp. n., a new chameleon species from Mt. Nyiru, northern Kenya (Squamata: Sauria: Chamaeleonidae)”. *Herpetozoa* 18 (3/4): 125-132
- Nečas, P.; Modry, D.; Slapeta, J. R. (2003) “Chamaeleo (Trioceros) narraioica n. sp. (Reptilia: Chamaeleonidae), a new chameleon species from a relict montane forest of Mount Kulal, northern Kenya”. *Tropical Zoology* 16 (1) pp. 1-12
- New, C. (2015) <http://www.reptilesmagazine.com/Care-Sheets/Lizards/Panther-Chameleon/> Consultado el 12 de junio de 2015
- Nilsson Skold, H., Aspengren, S., Wallin, M. (2013) “Rapid color change in fish and amphibians - function, regulation, and emerging applications”. *Pigment Cell Melanoma Research*, 26, pp. 29-38.
- Norris, A.L. and Kunz, T.H. (2012) “Effects of Solar Radiation on Animal Thermoregulation”. Chapter 12. Pp 195-220 DOI: 10.5772/34771; <http://www.intechopen.com/books/authors/solar-radiation/effects-of-solar-radiation-on-animal-thermoregulation>
- Norris, K.S. (1967) “Colour adaptation in desert reptiles and its thermal relationships”. In Milstead WW (Ed): *Lizard Ecology: A Symposium*. Columbia, University of Missouri Press, pp 162-229.
- O'Malley, B. (2005) “Lizards”. En: *Clinical Anatomy and Physiology of exotics pet Structure and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians*. Capt 4. Ed Elsevier Saunders, pp. 57-75.
- Ogilvie, P.W. (1966) An anatomical and behavioral investigation of a previously undescribed pouchfound in certain species of the genus Chamaeleo. PhD thesis, University of Oklahoma.
- Olsson, M., Stuart-Fox, D., Ballen, C. (2013) “Genetics and evolution of colour patterns in reptiles”. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 24, pp. 529-541.
- Oninxc, D.G. and Dierenfeld, E.S. (2012) An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey. *Zoo Biol*; 31 (1), pp. 40-54. doi: 10.1002/zoo.20382. Epub 2011 Mar 25.
- Oninxc, D.G. and Van Der Poel, A.F. (2011) “Effects of diet on the chemical composition of migratory locust (*Locusta migratoria*)” *Zool Biol* 2011; 30 pp. 9-16. doi: 10.1002/zoo.20308
- Ott, M. (2001) “Chameleons have independent eye movements but synchronise both eyes during saccadic prey tracking”. *Experimental Brain Research* 139 pp. 173-179.
- Ott, M. and Schaeffel, F. (1995) “A negatively powered lens in the chameleon”. *Nature* 373 pp. 692-694.
- Ott, M., Schaeffel, F. and Kirmse, W. (1998) “Binocular vision and accommodation in prey-catching chameleons. *Journal of Comparative Physiology A*”—*Sensory Neural and Behavioural Physiology* 182 pp. 319-330.
- Packard, M.J. and Clark, N.B. (1996) “Aspects of calcium regulation in embryonic lepidosaurians and chelonians and a review of calcium regulation in embryonic archosaurians”. *Physiol Zool* 69 pp. 435-66.
- Paré, J. (2014) “Update on fungal infections in reptiles”. En: Mader and Divers (Ed). *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery*. Elsevier, pp. 53-56.
- Paré, J., Sigler, L., Rosenthal, K.L. and Mader, D.R. (2006) “Microbiology: fungal and bacterial diseases of reptiles”. En: Mader DR (2ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 217-238.
- Parker, R.S. (1996) “Carotenoids. 4. Absorption, metabolism, and transport of carotenoids”. *FASEB Journal*, 10, pp. 542-551.

- Pedraza-Díaz, S., Ortega-Mora, L.M., Álvarez-Carrión B., Navarro, V. and Gómez-Bautista, M. “Molecular characterization of Cryptosporidium isolates from pet reptiles”. *Vet Parasitol.* 2009 Mar 23; 160(3-4):204-10.
- Pellet, S., Cope, I. and Fiddes, M. (2014) “Case Study: Foleyella furcata from a wild-caught Graceful Chameleon”. *Companion Animal* 19(4) pp. 218-21.
- Pérez Arrau, C. y Peña, M.A. (n.d.) <http://www.urbanheatlands.com/> Consultado el 2 de octubre 2015
- Perlik, R. (1996) “Abnormalni snusky u *Chamaeleo calytratus*”. *Akvarium Terarium*, Praha 39 (5) p. 28.
- Perry, S.M. Sander, S.J. and Mitchell, M.A. (2016) “Integument System”. En. Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotics pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 17-75.
- Peters, W.C.H. (1869) “Nachtrag. *Chamaeleo calcaratus* n.sp. Monatsberichte der Königlichen Preuss.” *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, pp. 445 - 446.
- Pettigrew, J.D., Collin, S.P. and Ott, M. (1999) “Convergence of specialised behaviour, eye movements and visual optics in the sandlance (Teleostei) and the chameleon (Reptilia)”. *Current Biology* 9(8) pp. 421-424.
- Pflumm, W. (1989) “Biologie der Säugetiere”. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburgo, p. 565
- Pianka, E.R. (1994) “The lizards man Speaks”. The University of Texas Press, Austin, p. 179.
- Pianka, E.R. (1986) “Ecology and Natural History of desert Lizards” Princeton Univers. Press. Priceton, p. 208.
- Pimm RH (2013) Characterization of follicular stasis in a colony of female veiled chameleons (*Chamaeleo calytratus*). Tesis doctoral. University of Guelph, Ontario, Canada. May 2013
- Pough F.H. Andrews R.M., Cadle J.E, Crump M.L., Savitzky A.H.,and Wells K.D., (1998) “Temperature and water Relations”. CAP 5. *Herpetology*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, pp. 137-172.
- Pritchard, P.C.H. and Greenwood, W.F. (1968) “The sun and the turtle. Intern Turtle and Tortoise” *Soc J*, 1, pp. 20-25, 34.
- Quay, W.B. (1979) “The parietal eye-pineal complex”. En: C. Gans, R.G. Northcutt and P. Ulinski, Eds., *Biology of the Reptilia*. Volume 9. Neurology A. New York: Academic Press. pp. 245-406.
- Rabearivony, J., Brady, L.D., Jenkins, R.K B., Ravohangimalala, O.R. (2008) “Habitat use and abundance of a low-altitude chameleon assemblage in eastern Madagascar”. *Herpetological Journal* 17 pp. 247-254.
- Raholdina, A.M.F. (2012) Etude ecologique et analyse structural de la population de *Furcifer campani* (Grandidier, 1872) dans le massif de l'Ankaratra. Memoire de DEA, Facultes des Sciences, Universite d'Antananarivo.
- Raselimanana, A.P., and Rakotomalala, D. (2003) “*Chamaeleonidae, chamaeleons*”. En: S.M. Goodman and J.P. Benstead, Eds., *The Natural History of Madagascar*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 960-969.
- Raselimanana, A.P., Raxworthy, C.J. and Nussbaum, R.A. (2000) “Herpetofaunal species diversity and elevational distribution within the Parc National de Marojejy, Madagascar”. En: S. M. Goodman, *A Floral and Faunal Inventory of the Parc National de Marojejy, Madagascar: With Reference to Elevational Variation*. Chicago: Field Museum of Natural History. *Fieldiana: Zoology*, new series, 97. pp. 157-174.
- Raxworthy, C.J., Forstner, M.R.J. and Nussbaum, R. A. (2002) “Chameleon radiation by oceanic dispersal”. *Nature* 415, pp. 784-787
- Raxworthy, C.J. (1988) “A herpetological survey of Manongarivo. In: N. Quansah (ed.), Manongarivo Special Reserve (Madagascar) 1987-88” *Expedition Report, Madagascar Environmental Research Group*, London, pp. 51-86.

- Raxworthy, C.J. (1991) "Field observations on some dwarf chameleons (*Brookesia* spp.) from rainforest areas of Madagascar, with the description of a new species". *Journal of Zoology*, London 224, pp. 11-25.
- Raxworthy, C.J., Nussbaum, R.A. (2006) "Six new species of occipital-lobed *Calumma* chameleons (Squamata: Chamaeleonidae) from montane regions of Madagascar, with a new description and revision of *Calumma brevicorne*". *Copeia* 2006(4) pp. 711-734.
- Reason, D., Reason, B. (1993) "Observations and notes on the keeping and breeding of *Chamaeleo calyptratus*". *J. Assoc. Study Rept, Amphib*, pp. 49-59
- Rebrode, S. (1997) "Reproductive disorders". En: Ackerman L. (Ed) *The biology, husbandry and health care of reptiles*. TFH; pp. 747-773.
- Regal, T.W. (1966) "Thermophilic response following feeding in certain reptiles". *Copeia*; pp. 588-590
- Reilly, S.M. (1982) "Ecological notes on *Chamaeleo schubotzi* from Mount Kenya". *Journal of the Herpetological Association of Africa* 18, pp. 28-30.
- Remenyek, E., Csaba, V., Emri, G., Hunyadi, J. and Horkay, I. (1999) "Comet assay to study UV-induced damage". En: Holick MR, Jung EG (eds): *Biologic Effects of Light 1998*. Kluwer, Boston, pp. 41-43.
- Rieppel, O. (1987) "The phylogenetic relationships within the Chamaeleonidae, with comments on some aspects of cladistics analysis". *Zoological Journal of the Linnean Society* 89(1) pp. 41-62.
- Romer, A.S. (1956) *Osteology of the Reptiles*. Chicago: University of Chicago Press
- Rosenblum, E.B., Rompler, H., Schoneberg, T. and Hoekstra, H.E. (2010) "Molecular and functional basis of phenotypic convergence in white lizards at White Sands". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, pp. 2113-2117.
- Rossi, J.V. (1996) "Dermatology". En: Mader DR: *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Co, pp. 104-117.
- Rossi, J.V. (2006): "General husbandry and management". En: Mader DR (Ed): *Reptile Medicine and Surgery*. WB Saunders Second edition; pp. 25-41.
- Saenko, S.V., Teyssier, J., Van der Marel, D., Milinkovitch, M.C. (2013) "Precise colocalization of interacting structural and pigmentary elements generates extensive color pattern variation in *Phelsuma* lizards". *BMC Biology*, 11, p.105.
- Sanchez-Guillen R.A., Hansson B., Wellenreuther M., Svensson E.I., Cordero-Rivera A. (2011) "The influence of stochastic and selective forces in the population divergence of female colour polymorphism in damselflies of the genus *Ischnura*". *Heredity* (Edinb), 107, pp. 513-522.
- Sandor, P.S., Frens, M.A. and Henn, V. (2001) "Chameleon eye position obeys Listing's law". *Vision Research* 41, pp. 2245-2251.
- Schmidt, W. (2001) *Chamaeleo calyptratus, Camaleón del Yemen*. Matthias Schmidt Publications, Ed: SP
- Schmidt, W.J. (1909) "Beitrage zur Kenntnis der Parietalorgane der Saurien". *Zeitschrift fur Wissenschaftliche Zoologie* 92 pp. 359-425
- Schmidt, W., Tamm, K. and Wallikewitz, E.W. (1994a) "Chameleons". Vol. 1. *Care and Breeding*. TFH Publications, Inc., Neptune City, NJ.
- Schmidt, W., Tamm, K. and Wallikewitz, E.W. (1994b) "Chameleons". Vol. 2. *Care and Breeding*. TFH Publications, Inc., Neptune City, NJ.
- Schmidt-Nielsen, K. (1963) "Osmotic regulation in higher vertebrates". Schulte II, J.A., J. Melville, and A. Larson, 2003. *Molecular phylogenetic evidence for ancient*. Harvey Lectures 58 pp.53-93.

- Schneider, C. (2007) *Chamaeleo calytratus*. *El camaleón del Yemen*. Edición en castellano. Reptilia ediciones.
- Schumacher, J. (2011) "Respiratory medicine of reptiles". En: The exotics animal respiratory system Orosz SE and Johnson-Delaney CA (Ed) *Vet Clin Exot Anim* 14 (2) pp. 207-224
- Schwenk, K. (1985) "Occurrence, distribution and functional significance of taste buds in lizards". *Copeia* 1985(1), pp. 91-101.
- Schwenk, K. (2000) "Feeding in Lepidosaurs". En: K. Schwenk, (Ed)., *Feeding: Form, Function, and Evolution in Tetrapod Vertebrates*. Academic Press: San Diego: USA. pp. 175-291.
- Sindaco, R.; Riccardo, N. and Benedetto, L. (2014) Catalogue of Arabian reptiles in the collections of the "La Specola" Museum, Florence. *Scripta Herpetologica. Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanzà*: pp. 137-164
- Siebenrock, F. (1893) "Das Skelet von *Brookesia superciliaris* Kuhl". *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* 102 pp. 71-118
- Sievert, L.M. (1991) "The influence of photoperiod and position of a light source on behavioral thermoregulation". *Copeia* 1991 pp. 105-110.
- Singh, L.A.K., Acharjyo, L.N., Bustard, H.R. (1983) "Observations of the reproductive biology of the Indian chameleon *Chamaeleo zeylanicus*". *Journal of the Bombay Natural History Society* 81, pp. 86-92.
- Singler, L., Gibas, C.F.C., Kokotovic, B., and Bertelsen, M.F. (2010) "Disseminated Mycosis in Veiled Chameleons (*Chamaeleo calytratus*) Caused by *Chamaeleomyces granulomatis*, a New Fungus Related to *Paecilomyces viridis*". *Journal of clinical microbiology*, Vol. 48, No. 9 pp. 3182-3192
- Sloboda, M., and Modrý, D. (2006) "New species of *Choleoeimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from the veiled chameleon, *Chamaeleo calytratus* (Sauria: Chamaeleonidae), with taxonomic revision of eimerian coccidia from chameleons". *Folia Parasitol (Praha)*. Jun; 53(2) pp. 91-7.
- Steffen J.E., McGraw K.J. (2009) "How dewlap color reflects its carotenoid and pterin content in male and female brown anoles (*Norops sagrei*). Comparative Biochemistry and Physiology". *B-Biochemistry and Molecular Biology*, 154, pp. 334-340.
- Steiner C.C., Weber J.N., Hoekstra H.E. (2007) "Adaptive variation in beach mice produced by two interacting pigmentation genes". *PLoS Biology*, 5, e219.
- Stevenson, R.D. (1985a) "The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling for body temperature in terrestrial ectotherms". *American Naturalist*, pp. 362-386.
- Stevenson, R.D. (1985b) "Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms". *American Naturalist*, pp. 102-117.
- Stipala, J., Lutzmann, N., Malonza, P.K., Wilkinson, P., Godley, B., Nyamache J. and Evans M.R. (2012) "A new species of chameleon (Squamata: Chamaeleonidae) from the Aberdare Mountains in the central highlands of Kenya". *Zootaxa* 3391, pp. 1-22
- Stuart-Fox, D. (2014) "Chameleon Behavior and Color Change". In: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, Capt 6 pp.115-130
- Stuart-Fox, D., and Moussalli, A. (2011) "Camouflage in color changing animals: tradeoffs and constraints". En: M. Stevens and S. Merilaita, Eds., *Animal Camouflage: Mechanisms and Function*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, pp. 237-253.
- Stuart-Fox, D., and Moussalli, A. (2009) "Camouflage, communication and thermoregulation: lessons from colour changing organisms". *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, pp. 463-470, doi:10.1098/rstb.2008.0254
- Stuart-Fox, D., and Moussalli, A. (2008) "Selection for social signalling drives the evolution of chameleon colour change". *PLoS Biology* 6(1):e25. doi:10.1371/journal.pbio.0060025

- Stuart-Fox, D.M. and Whiting, M.J. (2005) "Male dwarf chameleons assess risk of courting large, aggressive females". *Biology Letters* 1:231-234.
- Széll, Z., Sréter, T. and Varga I. (2001) "Ivermectin toxicosis in a chameleon (*Chamaeleo senegalensis*) infected with *Foleyella fuvata*". *J Zoo Wildl Med. Mar*; 32(1) pp. 115-7.
- Tang, G., Webb, A.R., Russell, R.M. and Holick, M.R. (1994) "Epidermis and serum protect retinal but not retinyl esters from sunlight-induced photodegradation". *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine*, 10 pp. 1-7.
- Taylor J.D. and Hadley M.E. (1970) "Chromatophores and color change in the lizard, *Anolis carolinensis*". *Z Zellforsch Mikrosk Anat*, 104, pp. 282-294
- Teyssier J., Saenko S.V., Van der Marel D., Milinkovitch M.C. (2015) "Photonic crystals cause active colour change in chameleons". *Nature Communications*, 6, 6368. doi: 10.1038/ncomms7368
- Thomas, C.L., Artwohl, J.E., Pearl, R.K. and Gardiner, C.H. (1996) "Swollen eyelid associated with *Foleyella* spp. infection in a chameleon". *J Am Vet Med Assoc*, Sep 1; 209(5) pp. 972-3.
- Thorpe R.S., Richard M. (2001) "Evidence that ultraviolet markings are associated with patterns of molecular gene flow". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, pp. 3929-3934.
- Tilbury C.R. (2014) "Overview of the Systematics of the Chamaeleonidae" En: Tolley, K.A. and Herrel, A. (Ed) *The Biology of Chameleons*. University of California ISBN 9780520276055; pp. 151-174
- Tilbury, C. (2010a) "An overview of the systematic of the African chameleons" En: *Chameleons of Africa- An Atlas, Including the Chameleons of Europe, the Middle East and Asia*. Frankfurt am Main, Germany: Edition Chimaira, pp. 16-40.
- Tilbury, C. (2010b) "Some aspects on the biology of Chamaleonidae" En: *Chameleons of Africa- An Atlas, Including the Chameleons of Europe, the Middle East and Asia*. Frankfurt am Main, Germany: Edition Chimaira, pp. 89-118.
- Tilbury, C. (2010c) "Zoogeography and patterns of distribution in the Chamaleonidae" En: *Chameleons of Africa- An Atlas, Including the Chameleons of Europe, the Middle East and Asia*. Frankfurt am Main, Germany: Edition Chimaira, pp. 41-69.
- Tilbury, C. (2010d) "*Chamaeleo calyptratus*" En: *Chameleons of Africa- An Atlas, Including the Chameleons of Europe, the Middle East and Asia*. Frankfurt am Main, Germany: Edition Chimaira, pp. 459-466.
- Tilbury C.R., Tolley, K.A. (2009) "A re-appraisal of the systematics of the African genus *Chamaeleo* (Reptilia: Chamaeleonidae)". *Zootaxa* 2079, pp. 57-68.
- Tilbury C.R., Tolley, K.A. (2015) "Contributions to the herpetofauna of the Albertine Rift: Two new species of chameleon (Sauria: Chamaeleonidae) from an isolated montane forest, south eastern Democratic Republic of Congo". *Zootaxa*, 3905, pp. 345-364.
- Tolley, K.A. and Herrel, A. (2014) "Biology of the Chameleons: An Introduction". En: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, pp. 1-6.
- Tolley, K.A. and Menegon, M. (2014) "Evolution and Biogeography of Chameleons". En: Tolley K.A. and Herrel A. (Ed): *The biology of Chameleons*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, pp. 131-150.
- Tolley, K.A., Townsend, T.M. and Vences, M. (2013). "Large-scale phylogeny of chameleons suggests African origins and rapid Eocene radiation". *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 280(1759):20130184
- Townsend, T., and Larson, A. (2001) "Molecular phylogenetics and mitochondrial genome evolution in the Chamaeleonidae (Reptilia, Squamata)". *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23, pp. 22-36.

- Tully, Jr.T.N. (2016) "Central Nervous System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 392-434
- Ullenbruch, K., Krause, P. and Bohme, W. (2007) "A new species of the Chamaeleo dilepis group (Sauria Chamaeleonidae) from West Africa". *Tropical Zoology* 20 (1), pp. 1-17
- Ullrey, D.E. and Bernard, J.B. (1999) "Vitamin D: metabolism, sources, unique problems in zoo animals, meeting needs". En: Fowler ME, Miller RE (Eds): *Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy* Vol. 4. Saunders, Philadelphia, PA, pp. 63-78.
- Varga, M. (2004) "Captive maintenance and welfare". En: Girling S.J. and Raiti P. (Ed) *Manual of Reptiles*. Second edition, BSAVA pp. 6-17.
- Vaughn, L.K., Bernheim, H.A. and Kluger, M.J. (1974) "Fever in the lizard *Dipsosaurus dorsalis*." *Nature* 52, pp. 473-474.
- Vernet, R., Lemire, M., Grenot, C. and Francz, J.M. (1988) "Ecophysiological comparison between two large Sahara lizards *Uromastix acathinurus* (Agamidae) and *Varanus griseus* (Varanidae)". *J. Arid Environmetnt* 14, pp. 187-200.
- Wall, G.L. (1942) *The Vertebrate Eye and its Adaptive Radiation*. New York: Hafner.
- Walton, B.M., and Bennett, A.F. (1993) "Temperature-dependent color change in Kenyan chameleons". *Physiological Zoology* 66, pp. 270-287.
- Watson, M.K. (2016) "Reproductive System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 460-493
- WAZA,(2015). <http://www.waza.org/en/zoo/choose-a-species/reptiles/lizards-and-tuatara/furcifer-pardalis> Consultado el 3 de abril de 2015.
- Webb, A.R., Decosta, B.R. and Holick, M.F. (1989) "Sunlight regulates the cutaneous production of vitamin D3 by causing its degradation". *J Clin Endocrinol Metab*, 68 pp. 882-887.
- Weiss S.L., Foerster K., Hudon J. (2012) "Pteridine, not carotenoid, pigments underlie the female-specific orange ornament of striped plateau lizards (*Sceloporus virgatus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*" *B-Biochemistry and Molecular Biology*, 161, pp. 117-123.
- Welle, K.R. (2016) "Gastrintestinal System" En: Mitchell, M.A. and Tully, Jr.T.N. (Ed) *Current Therapy in Exotic pet practice*. San Louis Missouri. Elsevier, pp. 221-276.
- Vences, M., Köhler, J., Ziegler, T. and Böhme, W. (2005) *Herpetologica Bonnensis II*. Proceeding of the 13th Congress of Societas Europaea Herpetologica
- Werner, F. (1902) "Prodromus einer Monographic der Chamäleonten". *Zool. Jahrb Syst.* 15, pp. 295-460.
- Werner, F. (1911) "Chamaeleontidae". *Dsa Tierreich*, Berlin 27, pp. 1-52
- Werner, F. (1899) "Ein neues Chamaeleon aus Madagaskar (*Chamaeleon axillaris*)". *Zoologischer Anzeiger*, 22: pp. 183 - 184.
- Wever, E.G. (1969) "The ear of the chameleon: the round window problem". *Journal of Experimental Zoology* 171, pp. 1-5.
- Wever, E.G., and Werner, Y.L. (1970) "The function of the middle ear in lizards: *Crotaphytus collaris*. (Iguanidae)". *Journal of Experimental Zoology* 175(3):327-341.
- Wheeler, P.E. (1984) An investigation of some aspects of the transition from ectothermic to endothermic metabolism in vertebrates. PhD thesis. University of Durham, North-Carolina.

- Wild, C. (1994) "Ecology of the Western pygmy chameleon *Rhampholeon spectrum* Buchholz 1874 (Sauria: Chamaeleonidae)". *British Herpetological Society Bulletin* 49, pp. 29-35.
- Wilkinson, S.L. (2015) "Reptile wellness management". En: Rupley AE (Ed): Wellness and environmental enrichment. *Cet Clin Exot Anim* 18(2) pp. 281-304. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvex.2015.01.001>
- Wilms, T. (2008a) *Montaje de terrarios. Principios básicos*. Ed: Reptilia ediciones SA, p. 5-24.
- Wilms, T. (2008b) *Montaje de terrarios. La práctica (el sustrato)*. Ed: Reptilia ediciones SA, pp. 53-65.
- Wilms, T., Sindaco, R. and Shobrak, M. (2012) *Chamaeleo calyptratus*. Lista Roja de la UICN de especies amenazadas. Versión 2015.1. < [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) >. Consultado el 12 de junio de 2015.
- Wolf, D., Vrhovec, M., Failing, K., Rossier, C., Hermosilla, C. and Pantchev N. (2014) "Diagnosis of gastrointestinal parasites in reptiles: comparison of two coprological methods" *Acta Vet Scand.* Aug 12; 56(1) p. 44.
- Wyneken, J. (2009) "Normal Reptiles Heart Morphology and Function". En: Healtley JJ (Ed). *Cardiology Vet Clin fNorth Am.: Exotic Anil Pract.* 2009; 12 (1) pp. 51-63
- Zari, T.A. (1993) "Effects of body mass and temperature on standard metabolic rate of the desert chameleon". *Journal of Arid Environments* 24 pp. 75-80.
- Zoond, A., and Eyre, J. (1934) "Studies in reptilian colour response. I. The bionomics and physiology of pigmentary activity of the chameleon". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 223 pp. 27-55.
- Zug, G.R., Vit, L.J. and Caldwell, J.P (2001) "Herpetology. An introductory Biology of amphibians and reptiles". *Academic press* San Diego san Francisco, Nueva York, Boston, Londres, Sidney, Tokio; p. 630.
- Zwart, P. (2006) "Renal pathology in reptiles". En: Renal disease. Scott Echols (Ed) *Vet Clin Exot Anim* 9 (1) pp. 129-158
- Zwart, V.P., Langerwerf, B.W.A., Claesson, H., Leunisse, J.J.C., Mennes, J., Riel, C.V., Lambrechts. L. and Kik, M.J.L. (1992) "Health aspects in breeding and rearing insectivorous lizards from moderate climatic zones". *Zool Garten* 62 pp. 46-52.