



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Escondido

**Herramientas de enriquecimiento ambiental
para *Iguana iguana***

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Presenta:

M.V.Z Claudia Fernanda Rodríguez Abril

Director:

M.C. León Vélez Hernández

Co-Directora:

Dra. Irma Gisela Nieto Castañeda

Puerto Escondido, Oaxaca, México

2019

DEDICATORIA

A las personas más cercanas que son el apoyo de este motorcito e impulsan mis sueños:

Roman Vargas Gassier, tu compañía me motiva.

Luis Rodríguez y Gladys Abril, patrocinadores oficiales de sueños.

Pablo Rodríguez Abril y Cristian Rodríguez Abril, compañeros de crecimiento personal y apoyo permanente, por alentarme a recorrer el camino.

“Me gusta la gente que vibra, que no hay que empujarla, que no hay que decirle que haga las cosas, sino que sabe lo que hay que hacer y que lo hace. La gente que cultiva sus sueños hasta que esos sueños se apoderan de su propia realidad. Me gusta la gente con capacidad para asumir las consecuencias de sus acciones, la gente que arriesga lo cierto por lo incierto para ir detrás de un sueño...” Mario Benedetti

AGRADECIMIENTOS

A la codirectora Dra. Irma Nieto, por su asesoría pertinente, acompañamiento continuo, y prestamo de equipo.

Al director M.C León Vélez, por su permanente acompañamiento y ayuda.

Al Dr. Juan Meráz, parte de del comité tutorial, por su colaboración y motivación en el estudio y comprensión del comportamiento animal.

Al revisor Dr. Miguel Ángel De Labra, por su lectura crítica, revisión minuciosa y detallada de este documento.

Al revisor Dr. Héctor Santiago Romero, por sus comentarios que favorecieron la mejora de este manuscrito.

A la Dra. Rosalía Guerrero Arenas por sus correcciones y ayuda que propiciaron “tener la idea más clara” y establecer una meta.

Al cuerpo docente de la maestría, por sus valiosos consejos y aportes en la formación.

A los compañeros de generación: José Marín, Brianda Oliva, Edwin Luna y Gustavo, porque permitieron tener un grupo y llevar un camino de gente “pro-fauna”.

Al Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR), por el préstamo de animales y las facilidades brindadas para la realización del experimento.

RESUMEN

La iguana verde (*Iguana iguana*) es un reptil ampliamente aprovechado en su rango de distribución a nivel nacional; pese a esto, existe poca literatura científica relacionada al uso y efecto del enriquecimiento ambiental. Se sabe que en reptiles que sufren estrés, con el uso de enriquecimiento ambiental pueden tener efectos positivos en el bienestar y salud animal. El objetivo general fue implementar y evaluar la efectividad de herramientas de enriquecimiento ambiental, a quince ejemplares neonatos de iguana verde del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR). Las herramientas usadas fueron de tipo físico, nutricional y sensorial. La respuesta se evaluó a través de indicadores de bienestar animal, en tres diferentes períodos (pre-enriquecimiento, enriquecimiento y pos-enriquecimiento). El indicador de comportamiento se evaluó por medio de análisis de varianza y modelo lineal mixto; obteniendo información que indicó la variación comportamental en los períodos, donde los comportamientos alerta e interacción con límites se vieron disminuidos con el enriquecimiento, mientras que dormir, sujeción y acicalamiento aumentaron. El indicador de ocupación del espacio se evaluó mediante índice de diversidad comportamental y análisis de correspondencia múltiple, donde la asociación de comportamiento y lugar de la exhibición durante el enriquecimiento se diversificó y aumentó el perfil común de uso del espacio. El indicador morfométrico, se evaluó a través de un análisis de componentes principales y análisis de varianza; finalmente, el indicador de salud se evaluó mediante un análisis de varianza. Para ambos indicadores, pese a las diferencias significativas en las medias de las variables morfométricas: peso, longitud total y longitud de cabeza, además de las frecuencias de lesiones externas ausentes, tipo I y tipo II, se demostró que el enriquecimiento ambiental no actuó en estos niveles. Los hallazgos brindan información que ayudará a suministrar elementos ecológicamente estimulantes en neonatos de iguana verde.

Palabras clave: enriquecimiento ambiental, iguánidos, bienestar animal, comportamiento, ocupación de espacio, morfometría, y lesiones externas.

ABSTRACT

The green iguana (*Iguana iguana*) is a reptile widely used nationally its distribution range; although, there is little scientific literature related with to it is role and effect of environmental enrichment. It is known that reptiles that suffer stress, with use of environmental enrichment can have positive effects on animal welfare and health. The general objective was to implement and evaluate the usefulness of environmental enrichment tools, to fifteen neonatal individual of green iguana from the “Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar” (CECOREI-UMAR). The tools used are physical, nutritional and sensory. The response was evaluated through animal welfare indicators, in three different periods (pre-enrichment, enrichment and post-enrichment). The behavior indicator is evaluated through analysis of variance and mixed linear model; obtaining information that indicates the variation of behavior in the periods, where the alert and the interaction with the limits behaviors are diminished with the enrichment, while asleep, subjection and grooming increased. The indicator of occupancy space is evaluated through the behavioral diversity index and multiple correspondence analysis, where the association of behavior and the place of the exhibition during the enrichment and the participation in the common profile of use of the space. The morphometric indicator was evaluated through principal component analysis and analysis of variance; finally, the health indicator was evaluated through to analysis of variance. For the two indicators, despite the differences in the means of the morphometric variables: weight, total length and length of the head, in addition to the frequencies of the external injuries absent, type I and type II, it was shown that environmental enrichment, was not acted on these levels. The findings provide information that refers to ecologically stimulating elements in neonates green iguana.

Key words: environmental enrichment, iguanids, animal welfare, behavior, spaceoccupation, morphometry, and external injuries

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Bienestar animal y enriquecimiento ambiental en reptiles escamados.....	4
2.1.1 Enriquecimiento ambiental en iguanas	5
2.1.2 Área de estudio y población.....	5
3. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.....	8
3.1 Bienestar animal.....	8
3.2 Estrés en reptiles.....	9
3.2.1 Medición del estrés	9
3.3 Enriquecimiento ambiental en reptiles.....	10
3.3.1 Objetivos del enriquecimiento ambiental	10
3.4 Tipos de enriquecimiento ambiental	11
3.5 Programa de enriquecimiento ambiental	11
3.5.1 Pautas para elaboración	11
3.5.2 Modelos de programas de enriquecimiento ambiental.....	12
3.6 Problemas que puede causar el enriquecimiento ambiental	12
3.7 Relación del enriquecimiento ambiental con el bienestar animal	13
3.8 Implicaciones del enriquecimiento en la conservación	13
3.9 Etología aplicada	14
3.9.1 Medición del comportamiento	14
3.10 Especie de estudio	15
3.10.1 Clasificación taxonómica.....	16
3.10.2 Distribución	16
3.10.3 Importancia ecológica	16
3.10.4 Alimentación	16
3.10.5 Etología.....	16
3.10.6 Riesgos y amenazas para la especie	17
3.10.7 Manejo en cautiverio de iguana verde	18

4. HIPÓTESIS	20
4.1 Hipótesis general.....	20
4.2 Hipótesis específicas	20
5. OBJETIVOS	21
5.1 Objetivo general	21
5.2 Objetivos específicos.....	21
6. MATERIALES Y MÉTODOS	22
6.1 Generalidades	22
6.1.1 Área de estudio y período de realización.....	22
6.1.2 Objeto de estudio.....	22
6.1.3 Mantenimiento	22
6.2 Instalaciones.....	23
6.2.1 Instalaciones sin enriquecimiento	23
6.2.2 Instalaciones con enriquecimiento	23
6.3 Indicadores de bienestar animal.....	28
6.3.1 Indicador de comportamiento	28
6.3.2 Indicador ocupación del espacio.....	30
6.3.3 Indicador morfométrico	31
6.3.4 Indicador de salud.....	31
6.4 Diseño experimental.....	31
6.5 Análisis estadísticos	34
6.5.1 Indicador de comportamiento	34
6.5.2 Indicador ocupación del espacio.....	34
6.5.3 Indicador morfométrico	35
6.5.4 Indicador de salud.....	36
6.6 Nota ética	36
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
7.1 Indicador de comportamiento	37
7.1.1 Comportamientos no registrados a lo largo del estudio	37
7.1.2 Comportamientos poco frecuentes	39
7.1.3 Análisis generales entre períodos.....	40
7.1.4 Análisis específico del P2	46
7.1.5 Observaciones sobre el indicador comportamiento	54
7.2 Indicador ocupación del espacio	55
7.2.1 Lugares y herramientas no ocupadas.....	57
7.2.2 Análisis de correspondencia múltiple por período	57
7.3 Indicador morfométrico	74

7.4	Indicador salud	77
7.4.1	Ausencia de lesiones	80
7.4.2	Lesiones Tipo I	81
7.4.3	Lesiones Tipo II	81
7.5	Discusión general de los indicadores	83
7.5.1	Implicaciones del enriquecimiento ambiental en el bienestar animal.....	85
7.5.2	Potenciales aplicaciones sociales y económicas en la conservación y uso de la iguana verde.....	85
8.	CONCLUSIONES.....	86
	REFERENCIAS.....	88
	ANEXOS	113

Lista de figuras

Figura 1. Exhibidores de CECOREI.	6
Figura 2. Lesiones rostrales en ejemplares de <i>Iguana iguana</i> de diferentes edades..	7
Figura 3. Instalaciones sin enriquecimiento.....	23
Figura 4. Herramienta A.	24
Figura 5. Herramienta B.	25
Figura 6. Herramienta C.	26
Figura 7. Herramienta D.	27
Figura 8. Herramienta E.	28
Figura 9. Lesiones según tipo.	31
Figura 10. Diseño general entre períodos.	32
Figura 11. Diseño propio del enriquecimiento (P2).	33
Figura 12a. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por comportamiento según el “tratamiento general”.....	44
Figura 12b. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por comportamiento según el “tratamiento general”.....	445
Figura 13. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por horario.	48
Figura 14. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica según la temperatura y el horario.	48
Figura 15. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica según “tratamiento específico de P2” y temperatura.....	49
Figura 16. Tiempo promedio invertido por comportamiento según “condiciones específicas de enriquecimiento”, herramienta implementada y horario cuando hubo un efecto significativo.	52
Figura 17. Porcentajes de ocupación de lugares por período.	55
Figura 18. Calidad de representación de las variables por período en los ejes uno y dos de los ACMS.	58
Figura 19. Elipses de confianza al 95% para las categorías de espacio en P1.	59
Figura 20. Elipses de confianza al 95% para las categorías de comportamiento en P2.	60
Figura 21. Elipses de confianza al 95% para las categorías de herramienta usada en P2.....	61

Figura 22. Conformación del eje 1 según contribuciones absolutas de categoría.....	65
Figura 23. Conformación del eje 2 según contribuciones absolutas de categoría.....	66
Figura 24. Planos factoriales con perfiles conductuales en P1.	70
Figura 25. Planos factoriales con perfiles conductuales en P2.	71
Figura 26. Planos factoriales con perfiles conductuales en P3.	72
Figura 27. Componentes principales 1 y 2 en relación con la medición.	75
Figura 28. Media de las variables morfométricas peso, longitud total y longitud de cabeza según etapa-condición general de enriquecimiento.....	76
Figura 29. Lesiones cutáneas hiperqueratósicas y multifocales.....	78
Figura 30. Lesiones en rostro, cola y ojo.....	79
Figura 31. Frecuencia de ausencia de lesiones según a) etapa-condición general de enriquecimiento y b) ubicación anatómica.	80
Figura 32. Frecuencia de lesiones tipo I según a) etapa-condición general de enriquecimiento y b) ubicación anatómica.	81
Figura 33. Frecuencia de lesiones tipo II según etapa-condición general de enriquecimiento y ubicación anatómica.....	82

Lista de tablas

Tabla I. Catálogo comportamental empleado.....	29
Tabla II. Comportamientos poco frecuentes según cada tratamiento.	39
Tabla III. Categorías significativas en modelo específico de P2 ($p \leq 0.05$).	47
Tabla IV. Resultados del índice H de Shanon-Weaver por lugar y período.	56
Tabla V. Inercias de las categorías por período de los ACMs.....	67
Tabla VI. Perfiles conductuales en el uso del espacio por período.	69

Lista de anexos

Anexo A1. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento general” en P1 y P3.....	113
Anexo A2. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento general” en P2.....	115
Anexo B. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento específico”.....	116
Anexo C. Tiempo promedio por comportamiento en “tratamientos generales”.....	119
Anexo D. Tiempo promedio por comportamiento en “tratamientos específicos de P2”.....	121
Anexo E. Tiempo promedio \pm desviación estándar por comportamiento con “tratamientos generales”.....	129
Anexo F. Tiempo promedio \pm desviación estándar por comportamiento en P2.....	130
Anexo G. Porcentaje de ocupación de lugar por período.....	131
Anexo H. Promedio \pm desviación estándar de peso, longitud total y longitud de cabeza.....	131
Anexo I1. Frecuencia promedio \pm desviación estándar de lesiones ausentes y tipo I.....	132
Anexo I2. Frecuencia promedio \pm desviación estándar de lesiones tipo II.....	133

1. INTRODUCCIÓN

Los reptiles son animales con cognición, y esta característica está influida por el medio que los rodea (Burghardt 2013), por lo que brindar elementos y desafíos cognitivos mejorará su bienestar (Shepherson 2003), es decir, el modo en que un animal afronta las condiciones en las que vive (Ánonimo 2016). Para la clase reptilia, desde la perspectiva científica, hay carencia de estudios de bienestar animal, existiendo una serie de criterios de evaluación generales basados en comportamientos normales, anormales y lesiones físicas (Warwick *et al.* 2013); además de indicadores que se extrapolan de estudios en otros animales (Burghardt 2013).

Por otro lado, el bienestar animal se encuentra muy relacionado con el enriquecimiento ambiental; actividad que se empezó a usar desde comienzos de siglo XX con animales de granja. Actualmente se considera como la convergencia de varios modelos conceptuales, dentro de los que se tienen en cuenta aspectos como: necesidades etológicas, estimulación ambiental, adaptación, respuestas del animal al entorno, y promoción del bienestar; de igual manera es también un campo de estudio científico (Shepherson 2003). Este elemento es esencial en el manejo de animales en condiciones de cautiverio, para mantener el bienestar, promover comportamientos físicos específicos, reducir el aburrimiento y estrés (Fuchs & Ray 2008); especialmente es de gran importancia en una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) para reptiles, ya que en cautiverio son susceptibles de sufrir estrés (Wilkinson 2015).

Se ha demostrado que ambientes enriquecidos, es decir, espacios donde se realizan cambios estructurales y en el manejo (Shepherson 2003) para estimular al individuo a nivel social, ocupacional, físico, sensorial y nutricional (Blommsmith *et al.* 1991), permiten aprendizaje, mayor actividad, exhibición de comportamientos más naturales (Burghardt 2013, Wilkinson 2015), además de mejorar su salud y bienestar (Fleming & Skurski 2013).

En los últimos 15 años ha habido mayor interés por la aplicación y la respuesta del enriquecimiento ambiental en grupos relacionados, como en tortugas (*e.g.* Case *et al.* 2005, Therrien *et al.* 2007, Mehrkam & Dorey 2014, Passos *et al.* 2014), lagartos (*e.g.* Manrod *et al.* 2008, Phillips *et al.* 2011, Kuppert 2013, Bashaw *et al.* 2016, Januszczak *et al.* 2016), serpientes (*e.g.* Holtzman *et al.* 1999, Kuppert 2013, Almlí & Burghardt 2006) y cocodrilos (*e.g.* Dinets 2015).

Particularmente, Swaisgood (2007) describió que los comportamientos de interés para el bienestar y el enriquecimiento ambiental como estrés, percepción, toma de decisiones y mecanismos fisiológicos, si son bien entendidos, pueden ser manejados para lograr los objetivos de conservación. Esto es fundamental dentro de una UMA,

dado que, dentro de sus fines generales se encuentra la conservación de poblaciones y ejemplares de especies silvestres (Anónimo 2010).

Sumado a lo anterior, la ausencia de bienestar en cautiverio tiene varias implicaciones: 1) éticas para aquellos preocupados por brindarlo, 2) prácticas para los que deseen establecer poblaciones autosostenibles, y 3) científicas para quienes necesitan generar datos válidos y comparables (Mason 2010).

La iguana verde (*Iguana iguana*) es un reptil ampliamente usado en el mundo como animal de compañía, zoológico y zoocría según el fin zootécnico, entre otros (Stephen *et al.* 2012). Ello implica el manejo *ex situ* de la especie, para lo que ha sido necesario conocer sus características biológicas y requerimientos, considerando su repertorio conductual general (Distel & Veazey 1982), y desarrollo cognitivo (e.g. Schwenk 1995, Balasko & Cabanac 1998). Pese al uso de la especie, en la actualidad no se cuenta con estudios científicos que permitan valorar la respuesta a herramientas de enriquecimiento.

De esta manera, con el propósito de actuar conforme a los avances científicos, técnicos, legales, éticos y humanitarios en el campo del bienestar y enriquecimiento ambiental, además del amplio uso de la iguana verde a nivel nacional, la poca literatura científica existente sobre el uso y efecto del enriquecimiento ambiental para esta especie, aun cuando se implemente en instituciones zoológicas (Hawkins & Willemsen 2004, Frederick 2016), y se ofrezcan productos para animales de compañía, es necesario diseñar e implementar una serie de herramientas de enriquecimiento ambiental para *I. iguana* en condiciones de cautiverio en el trópico mexicano, que permita la promoción de técnicas ecológicas que por el manejo propio del cautiverio, se pierden o desvían.

Es de gran interés, ajustar, implementar y evaluar herramientas de enriquecimiento basadas en la historia natural de la especie que permita mejorar su cuidado y manejo, identificando qué tipo de enriquecimiento presenta mejores resultados, al igual que la variación al orden de entrega. De esta manera, conocer la respuesta por medio de indicadores comportamentales, de salud (Hill & Broom 2009) y morfométricos (Siegford 2013).

Por otra parte, es necesario contar con enriquecimiento ambiental en instituciones dedicadas a la cría de especies, ya que se requiere atención apropiada en la fase neonatal, para brindar ambientes de diversidad sensorial (Raby *et al.* 1996). Diferentes autores han señalado que los ambientes enriquecidos para diversas especies de aves y mamíferos en la etapa neonatal puede reducir las respuestas al miedo, a estímulos nuevos inanimados y a los manejadores humanos (e.g. Jones 1982, Pearce *et al.* 1989, Jones & Waddington 1992, Beattie *et al.* 2000, Meehan & Mench 2002), además de disminuir la inactividad (e.g. Beattie *et al.* 2000), aumentar

el comportamiento exploratorio (e.g. Jones 1982); y la disminución de comportamiento estereotipado (e.g. Jones *et al.* 2011).

Con el desarrollo de esta tesis se aporta material para el conocimiento comportamental y de enriquecimiento ambiental para la iguana verde, lo que facilitará el desarrollo de actividades a la comunidad académica, zoológicos, unidades de manejo animal, y personas relacionadas con la herpetofauna.

2. ANTECEDENTES

2.1 Bienestar animal y enriquecimiento ambiental en reptiles escamados

Uno de los elementos con mayor frecuencia de uso para estudios de enriquecimiento ambiental y bienestar en reptiles son los indicadores de bienestar basados en los animales, donde comunmente son usados los indicadores de comportamentamiento (e.g. Kreger & Mench 1993, Holtzman *et al.* 1999, Case *et al.* 2005, Almlı & Burghardt 2006, Therrien *et al.* 2007, Manrod *et al.* 2008, Kuppert 2013, Mancera *et al.* 2014, Mehrkam & Dorey 2014, Dinets 2015, Mancera *et al.* 2017), fisiológicos como glucocorticoides (e.g. Kreger & Mench 1993, Case *et al.* 2005), y peso corporal (e.g. Case *et al.* 2005).

Para lagartijas pertenecientes al orden Squamata, y suborden Lacertilia se han hecho algunos estudios. Rosier y Langkilde (2011) estudiaron a *Sceloporus undulatus* (lagartija espinosa de pradera). Se emplearon 107 ejemplares, desde el período de incubación hasta 34 semanas de vida. En sus alojamientos se implementaron plataformas de madera para promover la actividad física de escalada. La evaluación de los elementos de enriquecimiento se llevó a cabo mediante registro conductual, medición de corticosterona sanguínea y medición morfolométrica. Se concluyó que la provisión de herramientas para escalar en cautiverio, no tuvo efecto sobre los niveles de supervivencia, comportamiento, estrés fisiológico, crecimiento o condición corporal.

Otros estudios han reportado resultados favorables del uso de enriquecimiento ambiental. Phillips y colaboradores (2011) evaluaron en nueve individuos de *Tiliqua scincoides* (escinco de lengua azul), dos tipos de enriquecimiento ambiental: el primero (nutricional) suministrando gusanos de harina, y el segundo (físico), utilizando diferentes tamaños de recinto, elementos para escondite y variaciones de temperatura. Dichos experimentos fueron valorados etológicamente y fisiológicamente, mediante registro comportamental, y ganancia de peso; concluyendo que el aumento de tiempo en forrajeo, alimentación, actividad y permanencia en el escondite, bajo condiciones de temperatura adecuada, se relacionan positivamente con el aumento del bienestar animal, permitiendo acercar a la especie a una conducta más natural, y disminuyendo el sobrepeso.

Bashaw y colaboradores (2016), aplicaron tres tipos de enriquecimiento (térmico, alimentación y objetos nuevos -con y sin olor-) para ejemplares de *Eublepharis macularius* (gecko leopardo). Para dicho estudio se usó el indicador comportamental, a través de observaciones conductuales enfocadas a ciertas categorías comportamentales. Se demostró que la satisfacción de necesidades fisiológicas o de comportamiento básico pueden suplirse a través del enriquecimiento ambiental.

Borgmans y colaboradores (2018) aplicaron enriquecimiento físico a través de perchas y refugios para *Anolis carolinensis* (lagarto anolis), encontrando que este tipo

de herramientas no modificó la morfometría, comportamiento, ni fisiología. Sin embargo, se pudo determinar que los niveles de estrés más altos se asociaron a condiciones de manipulación y transporte. Adicionalmente, Londoño y colaboradores (2018), probaron estímulos olfativos en *Podarcis liolepis* (lagartija parda), demostrando los beneficios de este tipo de enriquecimiento en el aumento de tiempo en conductas normales (percha) y disminución de tiempo en conductas no deseadas (escape).

2.1.1 Enriquecimiento ambiental en iguanas

Los estudios sobre enriquecimiento ambiental y/o el bienestar animal para la familia Iguanidae son escasos. El primer reporte es de *Gallotia bravoana* (lagarto gigante de La Gomera), en éste se implementó un estudio comportamental, que permitió identificar las necesidades en recintos y tomar decisiones en el programa de recuperación de la especie (Mesa-Avila & Molina-Borja 2007).

En iguana verde (*Iguana iguana*), se usaron mediciones de glucocorticoides fecales y observaciones de comportamiento, en períodos de descanso y en exposición a factores estresantes hipotéticos, identificando que recintos precarios, ausencia de mobiliario para escalada y contención física frecuente aumentan la excreción de metabolitos (Kalliokoski *et al.* 2012). Este estudio demostró que existen algunos factores a tener en cuenta en el diseño de exhibición y manejo de la especie, pero también permite deducir que para esta especie no hay investigaciones que evalúen la respuesta conductual a elementos de enriquecimiento ambiental.

Recientemente, para individuos de *Plica plica* (lagartija), fue evaluada la respuesta conductual a enriquecimiento ambiental nutricional, mediante una herramienta para el suministro de insectos y otras formas de presentación de este alimento, obteniendo resultados favorables en el aumento de las frecuencias de algunos comportamientos, lo que se relaciona con aumento del bienestar animal (Januszczak *et al.* 2016).

2.1.2 Área de estudio y población

El Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI), es una UMA de manejo intensivo con fines de investigación, exhibición y reproducción, que por condiciones de operatividad fue elegida lugar de experimentación, porque cumple con las pautas de manejo que se dan en el país (instalaciones, densidades, y especies) (Arcos-García, UMAR, Com pers. 2017). La población residente está compuesta por dos especies pertenecientes a la familia Iguanidae (*Iguana iguana* y *Ctenosaura pectinata*), dispuestas conjuntamente dentro de los exhibidores.

Se realizaron cinco visitas al CECOREI con la finalidad de conocer las condiciones generales de mantenimiento de la población de iguanas residentes, donde

se observó que existen dos tipos de exhibidores relacionadas al grupo de edad de los animales. Los ejemplares neonatos (menores de un año) se encuentran alojados en exhibidores elaborados con malla metálica y ángulos metálicos con dimensiones de 0.45 m de largo, ancho y alto; éstas cuentan con mobiliario compuesto de comederos y bebederos plásticos. Los ejemplares juveniles y adultos (mayores de un año) se encuentran alojados en exhibidores elaborados con piso de cemento, divisiones en malla y lámina metálica con dimensiones de cinco metros por seis metros, con altura máxima de tres metros. El exhibidor cuenta con un nido que contiene arena de río tamizada y sanitizada como sustrato, mobiliario compuesto por comedero plástico, bebedero de cemento y vegetación (Figura 1).



De izquierda a derecha: exhibiciones para neonatos y exhibición para juveniles y adultos.

Figura 1. Exhibidores de CECOREI.

Los ejemplares adultos cuentan con sistema de marcaje por códigos con chaquiras. El manejo general dado a dicha población son desparasitaciones intermitentes y registro de cópulas en individuos activos reproductivamente. La alimentación de la colección se lleva a cabo, sin distinción de especie, con alimento de marca comercial para conejos, vacas lecheras, pavos y gallinas (Conejina Turbo New®, Generaleche Propremium 18®, Pavitina 26® y Layina® de Purina®), con frecuencia diaria o cada dos días.

Durante enero y febrero de 2017, se observaron individuos de iguana verde con lesiones rostrales (Figura 2), interacción con límites de exhibición (empujar la malla y lámina metálica), reacción de huida ante cualquier ruido (principalmente en individuos neonatos) y autotomía de cola. Estos rasgos y conductas se relacionan con problemas comportamentales por estrés (Warwick *et al.* 2013).



Las flechas rojas señalan las lesiones.

Figura 2. Lesiones rostrales en ejemplares de *Iguana iguana* de diferentes edades.

Por otra parte, teniendo en cuenta que las lesiones externas presentadas por los ejemplares tienden a persistir durante el tiempo, se pudo inferir que aún cuando los individuos sean trasladados de exhibidores, persiste la conducta de interacción con los límites (malla y lámina). Por ello, se consideró primordial trabajar con neonatos para realizar los experimentos de la presente investigación de tesis.

3. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

3.1 Bienestar animal

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) indica que el bienestar animal es el modo en que un animal afronta las condiciones en las que vive. “Un animal está en buenas condiciones de bienestar, sí según indican las pruebas científicas, está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego” (Anónimo 2016). En México, el concepto legal, aborda lo implícito de lo propuesto por la OIE, pero determina que dicho concepto se aplica desde la crianza, en el mantenimiento, explotación, transporte y sacrificio, es decir, tiene un enfoque zootécnico (Anónimo 2007). Sin embargo, estas definiciones no son las únicas, pues el bienestar animal es un concepto de larga trayectoria que converge básicamente en dos niveles: científico y ético (Broom 2011).

De igual manera, el bienestar animal se puede abordar desde tres perspectivas según lo indica Mateos Montero (2003), la primera es como un concepto, que se refiere al estado de salud físico y mental, en que se encuentran los animales en contacto con el hombre; y donde los principales aspectos que tiene en cuenta el concepto son biológico y técnico, en los que se señalan las necesidades fundamentales, libertades y posibilidades de hacer frente a los desafíos ambientales (Docke`s & Kling-Eveillard 2006).

La segunda es como un objetivo social para garantizar la eficacia biológica de los animales y su adaptación sin sufrimiento, para lo cual es necesario cubrir tanto las necesidades fisiológicas como etológicas de los animales en cautiverio (Mateos Montero 2003); es decir, aspectos de regulación, filosófico y de interacción. La regulación hace referencia a que se conoce al animal como un ser sensible y por lo tanto debe disponerse en condiciones compatibles con las necesidades biológicas de la especie. El aspecto filosófico considera el estado del animal y su papel en la sociedad. Finalmente considera el aspecto de interacción entre el hombre y animal y sus efectos en los sistemas de aprovechamiento (Dockés & Kling-Eveillard 2006).

La tercera se considera una línea de investigación, donde se estudian tres aspectos: a) el estado en el que se encuentran los animales (establecer medidas objetivas de diagnóstico sobre su salud física y mental), b) conocer para cada caso y especie las necesidades y requerimientos del medio necesarios para garantizar su bienestar, y c) las causas de sufrimiento (Mateos Montero 2003).

Dentro de lo que se considera bienestar, algunos modelos teóricos se encuentran mayormente difundidos. El primero es la satisfacción de algunas necesidades como: alimento, refugio, seguridad y salud (e.g. Mellor *et al.* 2015); es decir las cinco libertades (libertad de hambre y sed, de incomodidad, dolor, lesión y enfermedad;

libertad para expresar un comportamiento normal y libertad de miedo y angustia) (FAWC 1992, FAWC 1993). Sin embargo, dentro de la estrategia publicada por la Asociación Mundial de Zoológicos y acuarios (WAZA, acrónimo de World Association of Zoos and Aquariums. E), se categoriza a lo señalado anteriormente como la primera característica del bienestar, es decir solventar las necesidades de supervivencia mínimas (que serían las cinco libertades) y en segunda instancia señala que el bienestar debe generar oportunidades y experiencias positivas en la comodidad, placer, interés y confianza, a través de satisfacción de necesidades sociales, estimulación mental y elección (Mellor *et al.* 2015).

Por otra parte, considerando que los reptiles son vertebrados, Warwick y colabores (2013), proponen una serie de comportamientos normales, quiescentes y de confort, asociados al bienestar (salud física y mental).

3.2 Estrés en reptiles

Hay numerosas definiciones para el término estrés. Para reptiles: “El estrés es una respuesta adaptativa biológicamente normal de un individuo a los estímulos internos o externos que representan una amenaza para la homeostasis” (Arena & Warwick 1995). Además, las respuestas que evidencian estrés en reptiles se encuentran asociadas a cuatro alteraciones: a nivel de comportamiento, alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso autónomo, respuestas neuroendocrinas y respuesta inmune (Martínez Silvestre 2014).

Dentro de los factores señalados como causas de estrés en reptiles se encuentran: a) condiciones inadecuadas de manejo (constantes cambios de sustrato, jaula, accesorios y congéneres), b) excesiva manipulación y c) exhibición en área de alto tráfico (Wilkinson 2015).

De manera general, independientemente de la causa de estrés, un reptil con frecuentes episodio de estrés y de manera prolongada, es decir, estrés crónico, va a responder con inmunosupresión, que se evidencia en el aumento de incidencia de enfermedades; cambios comportamentales relacionados con la reproducción (inhibición de estrógenos en hembras, producción de vitogelina en hembras, disminución de testosterona en machos) (Wilkinson 2015) y síndrome de mala adaptación (Warwick 1995).

3.2.1 Medición del estrés

En reptiles se usa el comportamiento para medir el estrés. De manera general, para la Clase se han identificado comportamientos anormales no funcionales, y de forma similar, se han tipificado algunos para ciertos ordenes y/o especies (Warwick *et al.* 2013). Adicionalmente, se han reconocido señales de estrés crónico, dentro de las que

se encuentran: agresión, anorexia, actividades reorientadas y estereotipias (Martínez Silvestre 2014).

Otro mecanismo es la medición de estrés a través de glucocorticoides sanguíneos, pues el estrés produce respuestas neuroendocrinas e inmunes, activando de esta manera el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (Martínez Silvestre 2014), de esta manera se aumenta la producción de corticoides en sangre. Para determinar el aumento de cortisol son realizadas mediciones en sangre, aunque este método se considera inapropiado en reptiles, pues los resultados se alteran con la manipulación del individuo. Es más aceptado y se considera prometedor las mediciones no invasivas en materia fecal y orina (Kalliokoski *et al.* 2012).

3.3 Enriquecimiento ambiental en reptiles

Para animales en cautiverio, el enriquecimiento ambiental es un proceso dinámico que mejora los ambientes y el cuidado de los animales basado en la biología del comportamiento y la historia natural de la especie (BHAG 1999). En reptiles, incluye el manejo físico adecuado y la estimulación psicológica. Proporciona la base para que los reptiles cautivos muestren comportamientos naturales y experimenten estrés mínimo (Mader 2015).

Dentro de los beneficios que produce el enriquecimiento en este taxón, se encuentran los señalados por la AAZK (American Association of Zookeepers) y Wilkinson (2015): 1) facilitar una buena exhibición y crianza, 2) contribuye a proporcionar el ambiente apropiado para que ocurran comportamientos típicos de la especie, y 3) proporcionar un nivel de estimulación y actividad conducente a una buena salud y bienestar.

De acuerdo con Hawkins y Madeleon (2004), los requerimientos de reptiles a tener en cuenta en la formulación de un programa de enriquecimiento se pueden agrupar en tres áreas: 1) características físicas del medio, donde se encuentra espacio (tamaño), refugio, familiaridad espacial, temperatura, luz y agua; 2) contacto intraespecífico, y 3) contacto interespecífico, para el cual se tiene en cuenta las especies presa o depredador.

3.3.1 Objetivos del enriquecimiento ambiental

Esta técnica para los animales en condiciones de cautiverio tiene como fines, las señaladas por Young (2003) y Shepherson (2003): primero, atender las necesidades específicas de comportamiento para fomentar la expresión de conductas apropiadas para cada especie, aumentando el repertorio conductual positivo y reduciendo el negativo; segundo, estimular y mediar la interacción social permitiendo agrupaciones sociales, que permitan reproducción, establecimiento de vínculos y aprendizaje; tercero, aumentar la novedad ambiental, el cambio y la complejidad, para proporcionar

a los animales interacciones significativas con su entorno, y de esta manera aumentar la utilización positiva del medio ambiente; y cuarto, presentar desafíos cognitivos, como aprender lo que un entrenador está solicitando o solucionar un problema, y así aumentar la capacidad para hacer frente a los retos, que implica reducir estrés, y aumentar el bienestar animal.

En reptiles aplican estos mismos objetivos, además de tenerse en cuenta la etapa de cría en la cual se aplica; y considerar que los objetivos son influidos por la diversidad de hábitats, microhábitats y ecosistemas (Fleming & Skurski 2013).

3.4 Tipos de enriquecimiento ambiental

Son los diversos mecanismos que se pueden usar para brindar bienestar animal; que se encuentran categorizados en cinco aspectos: a) social, se puede dar a nivel intraespecífico e interespecífico; b) ocupacional, es decir, que involucre desafíos psicológicos o cognitivos; c) físico, donde se tienen en cuenta las características del recinto como tamaño, complejidad, accesorios (temporales o permanentes); d) sensoriales: que implican la estimulación visual, olfativa, auditiva, táctil y gustativa; y e) nutricional, que implica el manejo en la frecuencia, horario, presentación, procesamiento, novedad y variedad de la dieta (Blommsmith *et al.* 1991).

Adicionalmente, se ha incluido una categoría específica para la interacción con objetivos entre animal y cuidador, generalmente lograr un comportamiento que facilite procedimientos veterinarios y manejo en general, conocida como condicionamiento operante o entrenamiento (*e.g.* Claxton 2011, Westlund 2014). Aunque algunos autores la señalan como un elemento anexo al enriquecimiento que requiere mayor investigación (*e.g.* Melfi 2013).

3.5 Programa de enriquecimiento ambiental

Un programa de enriquecimiento ambiental es una guía que permite el suministro de enriquecimientos ambientales a determinadas especies o grupos. Su elaboración tiene como objetivo la verificación del suministro de buenas condiciones a la especie, motivación del personal y evidencia externa de la institución (en algunos países el enriquecimiento es parte de la legislación, por ejemplo en Estados Unidos). Dentro del personal vinculado a la aprobación y ejecución de herramientas de enriquecimiento se encuentran cuidadores, médicos veterinarios, nutricionistas y personal administrativo de la institución (Young 2003).

3.5.1 Pautas para elaboración

Algunos aspectos a tener en cuenta para la elaboración de programas en zoológicos son: la planeación, que consiste en la recolección e investigación de antecedentes (la biología del comportamiento, la historia natural y la historia individual de cada animal),

y el establecimiento de compromisos necesarios de personal y los voluntarios; la evaluación, que puede desarrollarse mediante la medición de comportamiento de los animales (Fucks & Ray 2008); y finalmente el plan de riesgos, ya que un ambiente enriquecido, es una fuente potencial de peligros (Hare *et al.* 2007).

3.5.2 Modelos de programas de enriquecimiento ambiental

Representan una serie de pasos para la elaboración y aplicación de un programa de enriquecimiento. Dentro de los más conocidos se encuentra el modelo SPIDER, por sus siglas en inglés: Setting goals, Planning, Implementing, Documenting, Evaluating y Readjusting (Establecimiento de metas, Planificación, Implementación, Documentación, Evaluación y Reajuste).

El establecimiento de metas, es el primer paso y consiste en la generación de ideas por parte del grupo de trabajo para mejorar el bienestar del animal dentro del lugar de exhibición y manejo, teniendo en cuenta parámetros de historias naturales y etológicos. El segundo paso donde se planifica y aprueba el uso de la herramienta a usar, tiene en cuenta la seguridad para el animal y el personal. El tercer paso de implementación, requiere la asignación de funciones y el registro de actividades. Durante la documentación (cuarto paso), se colectan los datos comportamentales, mediante trabajo no intensivo como grabación de eventos, descripción escrita, toma de fotografías, así como trabajo muy intensivo: etogramas y uso de escalas para colecta de información (escalas de interacción con el elemento de enriquecimiento y escala meta, donde se comprueba que el enriquecimiento fue usado para lo que se diseñó). Con base en la información obtenida sobre la interacción que el animal tiene con el enriquecimiento ofrecido, se realiza periódicamente un informe, a este paso se le conoce como evaluación (quinto paso). Por último, el sexto paso llamado reajuste, donde basado en los resultados de la evaluación y documentación, se corrige y debate la permanencia de una iniciativa de enriquecimiento, además de proponer cambios, de esta manera asegurar la calidad del enriquecimiento (Mellen & MacPhee 2001).

3.6 Problemas que puede causar el enriquecimiento ambiental

A lo largo de la ejecución de herramientas y actividades para mejorar los entornos animales, se han presentado varios efectos no deseados tanto para los animales como para las personas relacionadas. Dentro de los inconvenientes que se pueden presentar en los animales, se encuentran los problemas de salud físicos como sobrealimentación, aumento de peso, desequilibrios minerales y enfermedad por contaminación de mobiliario y fómites. De igual manera pueden ocurrir problemas conductuales como enmascaramiento de conductas, presentación subclínica de patologías conductuales, exclusión social, restricción del comportamiento, por exceso de mobiliario y refuerzo de patrones de comportamiento negativo. Por otro lado, con el

diseño, planificación y ejecución de los enriquecimientos, puede llegar a ocasionar división del personal por desacuerdos y discordias económicas (Hartley 2006).

3.7 Relación del enriquecimiento ambiental con el bienestar animal

Con el desarrollo de enriquecimientos ambientales se provocan cambios comportamentales, que en muchos estudios indican aumento del bienestar animal, demostrados en la adquisición de capacidades como las relaciona Castro Notario (2003): a) competencia comportamental, donde el animal adquiere un repertorio versátil, flexible y diverso de comportamientos para responder adecuadamente ante nuevas situaciones; b) elección comportamental, donde el individuo tiene la oportunidad de tener control sobre su interacción con el ambiente; y c) oportunidades para la exploración y búsqueda de información sobre su ambiente, pues el individuo tiene fuertes motivaciones para hallar nueva información en ambientes complejos y variados.

3.8 Implicaciones del enriquecimiento en la conservación

Desde el punto de vista zootécnico, es bien conocido que se desea aumentar la capacidad productiva de cualquier especie, aprovechando al máximo el espacio y disminuyendo las inversiones. En el contexto de una UMA, el propietario es el actor principal y los beneficios productivos parte de su interés. Pero por otra parte, se encuentran los compradores de los servicios potenciales que pueden ofrecer estos establecimientos, como: visitas guiadas, objetos de recuerdos, venta de ejemplares como animales de compañía, entre otros; estos son los actores secundarios. Hay un tercer actor, el gobierno y asociaciones civiles, que participan a través de la legislación y políticas públicas e iniciativas privadas.

En Latinoamérica existe actualmente una pobre pero creciente normatividad y cultura sobre el bienestar animal (e.g. Rojas *et al.* 2005). En México, relativo a los instrumentos jurídicos en materia de bienestar animal y enriquecimiento de fauna silvestre, existe muy poca legislación. La norma NMX-AA-165-SCFI-2014, establece salvedades generales y se enuncian de manera superficial el indicador para determinar si hay enriquecimiento ambiental y conductual y algunas generalidades para ciertos órdenes (Anónimo 2014).

De igual manera, instituciones nacionales como la Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México, A.C (AZCARM), está asociadas con organismos internacionales y por lo tanto están comprometidas con la aplicación de políticas de bienestar y enriquecimiento ambiental; pero de manera “voluntaria”.

Entonces productivamente, el ideal es tener animales satisfechos con niveles óptimos de reproducción, crecimiento y engorde; y esto se logra a través del cuidado y manejo básico del animal, pero no asegura buenos niveles de bienestar (Webster 2001).

Básicamente de esta premisa surge el conflicto de intereses, que a continuación se detallaran:

- Económicamente el productor asume todos los gastos para generar bienestar, pero es necesario sensibilizar a los consumidores y dar la certeza al productor que el valor que le da a sus animales le traerá recompensas (Webster 2001).
- Los consumidores de animales o sus servicios, en este caso de iguanas, teniendo en cuenta las afirmaciones de Webster (1995): deben estar conscientes que las necesidades de bienestar de esta especie son las mismas si es animal de compañía, destinado a la conservación, investigación o educación, adquiriendo conciencia del trato y condiciones de vida (Botreau *et al.* 2007).

3.9 Etología aplicada

Es la investigación de la interrelación que surge de los comportamientos animales de interés para el hombre, es decir, interrelaciones hombre-animal y tecnología-animal para el suministro de información acerca del cuidado y bienestar animal (Miranda de la Lama 2008). Dentro de los campos de aplicación de la etología aplicada se encuentra la conservación de fauna silvestre, investigación con animales, control de plagas y utilización de especies animales de interés comercial y social (Guillén-Salazar 1996).

3.9.1 Medición del comportamiento

Para la medición del comportamiento es necesario dividirlo en categorías conocidas como pautas conductuales. Las categorías establecidas deben ser independientes entre sí, distinguibles e inambiguas, es decir, que los actos incluidos dentro de una categoría compartan las mismas funciones (López Rull 2014). Las categorías más usadas son comportamiento ingestivo, agonístico, sexual, epimelético (dar atención y cuidado a las crías), et-epimelético (solicitud de atención y cuidado), eliminatorio, alalomimético (estimulación a imitar las acciones de otros animales del grupo) y exploratorio (Lenher 1996).

Existen dos tipos de comportamiento, el primero son los eventos o sucesos, los cuales son pautas de comportamiento de duración relativamente corta que se pueden representar como puntos en el tiempo y se caracterizan por la frecuencia de aparición; y el segundo es conocido como estados, lo cuales son pautas de comportamiento de duración relativamente larga y se caracterizan por su duración media o total (López Rull 2014, Rees 2015).

Las metodologías para el muestreo indican que evento observar y cuando realizarlo, para lo cual existen cuatro tipos: a) Muestreo focal, implica la medición de la conducta de un individuo u otra unidad durante un período de tiempo determinado;

se puede medir la duración de uno o más estados o la frecuencia de los distintos eventos; b) Muestreo de barrido , donde se mide la actividad desarrollada por uno o varios individuos centrando el interés en el número de individuos que están realizando un determinado comportamiento; c) Muestreo *ad libitum*, involucra observaciones oportunistas (sin restricciones en el tiempo de medición) en las que se miden las distintas actividades de uno o varios individuos; y d) Muestreo conductual, donde se observa al individuo o grupo y se registra un comportamiento en particular cada vez que ocurre (López Rull 2014, Rees 2015).

Además, se encuentran las reglas de registro, que son de dos tipos: el primero es el registro continuo, en el que se registran frecuencias y duraciones reales y los instantes en que las pautas de conducta empiezan y terminan; y el segundo es el registro temporal en el que se toman muestras de la conducta en forma periódica, se divide en registro instantáneo y el registro “uno-cero”. En el primer método las observaciones consisten en registrar si uno o varios animales están realizando o no una determinada conducta en determinado instante, mientras que en el segundo caso, si las han realizado en un determinado intervalo de tiempo transcurrido (López Rull 2014, Rees 2015).

3.9.1.1 Conceptos relacionados con el comportamiento

Diversidad comportamental: “número total de variantes de comportamiento e historia de vida específicas de la especie o de la población en la naturaleza” (Caro & Sherman, 2012).

Conducta espacial: comportamiento espacial multilocal (Rifá Burrull 1999).

Conducta multilocal: cambio de posición en el espacio (Rifá Burrull 1999).

Perfil conductual en un lugar: está basado en el tipo de conductas que ocurren con mayor frecuencia (Rifá Burrull 1999).

3.10 Especie de estudio

La *Iguana iguana*, es un reptil de tamaño relativamente grande y de dieta principalmente herbívora. Tiene un tamaño en edad adulta de hasta dos metros de longitud total (Valenzuela 1981 *In*: Martínez Salazar *et al.* 2015), su coloración es dependiente del proceso ontogénico donde en la etapa neonatal presentan verde brillante a un poco café, en la etapa juvenil son verde claro con pigmentación oscura en párpados y en la etapa adulta son de color verde oscuro (Bock 2014).

La característica evidente de dimorfismo sexual se da en la etapa adulta, donde el tamaño del macho generalmente es mayor (Bock 2014), en ellos es mucho más prominente la cresta dorsal, tamaño de poros y cola (Bakhuis 1982), además de presentar variedad de colores en su cabeza como blanquecino, gris, negro y naranja que la hembra (Swanson 1950).

3.10.1 Clasificación taxonómica

La iguana verde, como se conoce comúnmente, pertenece a la clase Reptilia, orden: Squamata; familia: Iguanidae, género: *Iguana* y especie: *Iguana iguana* (Calderón Mandujano 2002).

3.10.2 Distribución

En el mundo se distribuye desde el norte de México hasta América del Sur (Garza-Castro 2008), e Islas Caribeñas del Pacífico y Antillas. A nivel Nacional desde Sinaloa, Zacatecas, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, hacia la depresión del balsas en Morelos y Puebla, Veracruz, Tabasco y Campeche (Alvarado & Suazo 1996 *In: Martínez Salazar et al.* 2005).

Abarca altitudes que van desde el nivel del mar hasta cerca de los 1000 msnm, en zonas con climas tropicales (Selvas y manglares); y en menor grado en zonas con climas áridos y semiáridos pasando por varios tipos de vegetación como: selva baja, mediana y alta subperennifolia, manglar y vegetación de dunas costeras; y generalmente se encuentra en esteros, playas, rivera de ríos y lagunas (Calderón Mandujano 2002).

3.10.3 Importancia ecológica

La especie es importante como dispersor primario de semillas (Calderón Mandujano 2002) y forma parte de la dieta de cocodrilos (*Crocodylus acutus*), lagartos (*Basiliscus basiliscus*), serpientes (*Boa constrictor*, *Corallus enydris*, *Cannulatus*), y aves (*Sarcoramphus papa*, *Elanoides forficatus*, *Buteogallus meridionalis*, *Caracara cheriway*, *Pandion haliaetus*) (Greene et al. 1978).

3.10.4 Alimentación

Se considera una especie herbívora generalista (Troyer 1984, Rand et al. 1990), aunque su dieta varía ontogénicamente (Ramírez Carroz 2006), así los juveniles consumen brotes de hojas, semillas y flores (Arcos-García et al. 2006), insectos, capullos y frutos (Frye 1991 *In: Ramírez Carroz 2006, Calderón Mandujano 2002*); y los adultos son herbívoros (Calderón Mandujano 2002, Arcos-García et al. 2006).

3.10.5 Etología

La *I. iguana* utiliza el espacio arborícola y terrestre de su hábitat (Swanson 1950), en donde se asolea (Calderón Mandujano 2002); con tiempo atmosférico frío permanece en el suelo con cobertura con hojas, troncos y/o huecos (Swanson 1950). La elección del árbol está basada en disponibilidad de alimento y cantidad de follaje (Swanson 1950).

De su locomoción se ha descrito que ante situaciones de amenaza (actividades de defensa) saltan hacia el agua, y no en tierra, donde nadan sumergidas impulsándose con la cola; también escala de manera ágil, realiza saltos cortos entre los árboles y corre; también se registra defensa, a través de mordidas y latigazos con la cola (Swanson 1950).

La descripción comportamental de la especie se ha hecho en cautiverio donde se han descrito 69 posturas y movimientos elementales, además de 47 sucesiones conductuales con significado funcional (Distel & Veazey 1982).

Dentro de las descripciones más completas se encuentra las realizadas acerca del comportamiento reproductivo en condiciones de cautiverio, donde se caracteriza por tener una proporción machos:hembras 1:2 (Pinacho Santana *et al.* 2006), ciclo reproductivo anual (Frías & Barragán 2007), con diferentes etapas en el manejo reproductivo (Pinacho Santana *et al.* 2006): a) inicio de la pubertad que puede ir de un año (Pinacho-Santana *et al.* 2010) a dos años de edad (Alvarado & Suazo, 1996 *In:* Pinacho Santana *et al.* 2006); b) territorialidad, comportamiento presentado en los meses de noviembre a enero (Suazo & Alvarado 1994 y 1996; Zubieta 1997, Delgadillo de Montes 1998; Villegas 1999a, Arcos *et al.* 2005b *In:* Pinacho Santana *et al.* 2006); c) apareamiento en los meses de diciembre a febrero (Garrido & Sandoval 1992, Casas & Valenzuela 1984 *in:* Pinacho Santana *et al.* 2006); d) gravidez; e) anidación en los meses de marzo a abril (Suazo & Alvarado 1994 y 1996, Arcos-García *et al.* 2005b *In:* Pinacho Santana *et al.* 2006); f) postura y abandono de huevos (Pinacho Santana *et al.* 2006); g) incubación con duración promedio 79.5 ± 2.8 días (Arcos *et al.* 2005b *In:* Pinacho Santana *et al.* 2006); y g) eclosión, que va hasta 5 días después de rasgar el cascarón hasta emerger (Casiano 2001a; Delgadillo de Montes 1998 *In:* Pinacho Santana *et al.* 2006).

A nivel de cautiverio se describió el comportamiento social, donde se señala que individuos neonatos, se agrupan de 10 a 11 individuos en su período de descanso nocturno, donde duermen a una distancia entre 2,5 y 10 metros entre ellos, en ramas de árboles a una altura de 1 a 4 metros del suelo. Este comportamiento de agrupamiento, podría ser explicado como estrategia para reducir el riesgo de depredación y facilitar el comportamiento alimenticio (dirigir la alimentación a un tipo de planta específica; adquirir microflora intestinal por coprofagia) (Burghardt & Rand 1985).

3.10.6 Riesgos y amenazas para la especie

La iguana verde se encuentra listada en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) con grado de amenaza LC, es decir, baja preocupación (Bock *et al.* 2018). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el apéndice 2, lo que indica que el comercio

debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. A nivel nacional en la Norma nacional Mexicana de protección ambiental (NOM-059-SEMARNAT-2010) se encuentra en protección especial (Pr) (Anónimo 2010); lo que indica que se puede usar comercialmente siempre y cuando provenga de sistemas de reproducción y crianza en cautiverio.

La principal amenaza a la que se enfrenta la iguana verde es el factor antropogénico por la cacería directa con fines de subsistencia y comercio. Además, la fragmentación y destrucción de su hábitat ponen en riesgo sus poblaciones, no solo a nivel nacional (Swanson 1950, Calderón Mandujano 2002, Gómez-Mora *et al.* 2012) sino también internacional (Rodda & Tyrell 2003).

3.10.7 Manejo en cautiverio de iguana verde

Para la iguana verde, se han investigado y aplicado métodos y técnicas que propenden por la conservación y aprovechamiento (Anónimo 2000), es decir, de estudios para el manejo. A nivel nacional se han desarrollado diversos estudios, a continuación algunos de ellos:

- Generales: manejo y sujeción (Casiano González 2000), manejo y cuidado de crías de iguana (Casiano González 2001), y marcaje (Vázquez Pérez & Villegas Zurita 2000).
- Normatividad: bases legales para la colecta y aprovechamiento (Sánchez Vázquez *et al.* 2001)
- Aprovechamiento: desarrollo comunitario y conservación (Gordillo & Escobar 1998), análisis financiero y económico de una UMA intensiva (Alanís Rojas 1998), evaluación de tamaño poblacional para el establecimiento de una UMA (Barragán Vázquez *et al.* 2003), volúmenes de exportación de Centroamérica y México entre 1991 a 2002 (Villegas Zurita 2004), la iguana como mascota (Hernández Calderón 2005), y aprovechamiento sustentable (Nazur *et al.* 2007).
- Repoblación: programa de repoblación (Casiano González 2003).
- Nutrición: dieta para crías (Pastrana Rivera *et al.* 2004), preferencias de alimento (Garza-Castro *et al.* 2003), generalidades de alimentación en vida libre y cautiverio (Arcos-García *et al.* 2006) y evaluación de alimentos comerciales (Salas Meneses 2013).
- Reproducción: generalidades (Luna Reyes 2000, Martínez Campos 2001, Pulido Reyes *et al.* 2006), comportamiento reproductivo (Nuñez Ordaz *et al.* 2007), reproducción y crianza (Delgadillo de Montes 1998), obtención de huevos (Villegas Zurita 1999), incubación: técnicas y efectos de temperatura y humedad (Villegas Zurita & Segovia Sáenz 1988, Villegas Zurita 2001), incubación semicontrolada (Pastrana Rivera *et al.* 2005), sustratos incubatorios (Valencia García 2004a, López Rojas &

Fuentes-Mascorro 2007, Frías Quintana & Barragan Vásquez 2007), prevención de hongos durante la incubación (Valencia García 2004b), crecimiento y pubertad (Rojas Almaráz *et al.* 2007), modelo de crecimiento (Sánchez Vásquez *et al.* 2013), emisión seminal (Contreras & Casiano 2005), consideraciones de manejo reproductivo (Pinacho Santana *et al.* 2006), e importancia de la reproducción (Morales Salud 2007).

- Cría: manejo del criadero (Montes Ontiveros 1998), manejo intensivo (Villaseñor Zamorano 1999), criadero en semicautiverio (Barajas-Campuzano & Ortega Reyes 1998; Barajas Campuzano 1999a), materiales para criaderos (Barajas Campuzano 1999b), inducción de talla (Valencia García 2004c), y uso de Nandrolona (Reyes Pulido *et al.* 2004).

- Sanidad: enfermedades comunes, tratamiento y prevención en UMAs (Villegas Zurita & Bustos Crispin 2001), enfermedades de iguanas mantenidas como mascotas (Pulido Reyes *et al.* 2007, Pulido Reyes *et al.* 2007), ectoparásitos en la época reproductiva (Olvera Ramírez *et al.* 2006), parásitos (Martínez Salazar *et al.* 2015), parasito: *Aleuris mexicana* (Flores Aguilar *et al.* 2007), control de micosis (Morales-Mávil *et al.* 1999), tratamiento de patologías (Valencia García 2003), base de datos sobre enfermedades y medicamentos (Guzmán-Villa 2005), y zoonosis (Mendoza Murillo *et al.* 2006).

- Instalaciones en UMA intensiva (Cassiano González 2006, 2007)

- Transporte: métodos de transporte (Delgadillo de Montes 1999).

4. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis general

- Si ejemplares neonatos de *Iguana iguana* son tratados con herramientas de enriquecimiento ambiental en cautiverio, se generará un aumento del repertorio conductual, mejorará la condición física y disminuirán las lesiones externas por estrés.

4.2 Hipótesis específicas

- El enriquecimiento ambiental generará cambios en el tiempo invertido y diversificará el uso de espacios para los comportamientos de neonatos de *Iguana iguana*.
- El enriquecimiento ambiental disminuirá la frecuencia de lesiones por estrés en neonatos de *Iguana iguana*.
- El enriquecimiento ambiental incidirá positivamente en la morfometría de neonatos de *Iguana iguana*.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Implementar herramientas de enriquecimiento ambiental en *Iguana iguana* en cautiverio

5.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia del enriquecimiento a nivel comportamental.
- Determinar la eficacia del enriquecimiento a nivel ocupación del espacio.
- Determinar la eficacia del enriquecimiento a nivel de salud.
- Determinar la eficacia del enriquecimiento a nivel morfométrico.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Generalidades

6.1.1 Área de estudio y período de realización

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar “CECOREI-UMAR”, ubicado en el kilómetro 128.1 de la carretera federal Pinotepa Nacional-Puerto Escondido (Pinacho-Santana *et al.* 2010). Situado en la región climática tipo $AW_0(w)igw$, es decir clima subhúmedo con régimen de lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 600 mm, porcentaje de precipitación invernal menor del 5% del total anual, índice P/T menor de 43.2, temperatura del mes más frío es mayor de 18°C y temperatura media anual superior a 22.0°C (García 1988). El trabajo experimental se realizó en los meses de octubre a diciembre del 2017.

6.1.2 Objeto de estudio

Para el estudio se utilizaron 15 ejemplares neonatos nacidos en julio de 2017, con tres meses de edad al inicio del experimento y de sexo indeterminado. Con ellos se conformaron cinco grupos de tres individuos cada uno, dispuestos de manera aleatoria denominados: G0, G1, G2, G3 y G4. Para identificar a los ejemplares temporalmente, se empleó un marcador (Henderson 1974) libre de xileno (Boone & LaRue 1999) de color negro y azul (Sharpie®). Cada ejemplar fue marcado con un número (uno a 15) en el tronco y con una línea en la base de la cola. Dentro de cada grupo un individuo se marcó con color negro, otro con azul y en el tercero se usaron los dos colores. Este tipo de marcaje permitió identificar en la distancia al individuo, además de tener seguridad de no perder la identificación, aún cuando existiera muda.

6.1.3 Mantenimiento

Durante todo el período de experimentación se suministró a cada individuo nueve gramos de mezcla de alimentos comerciales para conejo, pavo y pollo (Conejna Turbo New®, Pavitina® e iniciarina®). La cual aportó 26% de proteína cruda y 10% de fibra cruda. La alimentación y suministro de agua se llevó a cabo cada 48 horas, a partir de las 8 de la mañana; los animales tuvieron acceso libre a los recursos.

El área donde se realizó el experimento se preparó retirando cobertura vegetal, adoquinando el piso y ubicando malla sombra clara para la protección de la lluvia. La limpieza de alojamientos se realizó semanalmente.

6.2 Instalaciones

6.2.1 Instalaciones sin enriquecimiento

Las condiciones sin enriquecimiento, conservaron las instalaciones propias de manejo de la UMA que son usadas en este grupo etario. Los exhibidores son estructuras cubicas metálicas con dimensiones de 45 cm de lado, soportadas en tubos metálicos a 75 cm del suelo; en dicha exhibición se usó un plato para agua y un plato para comida como mobiliario (Figura 3).

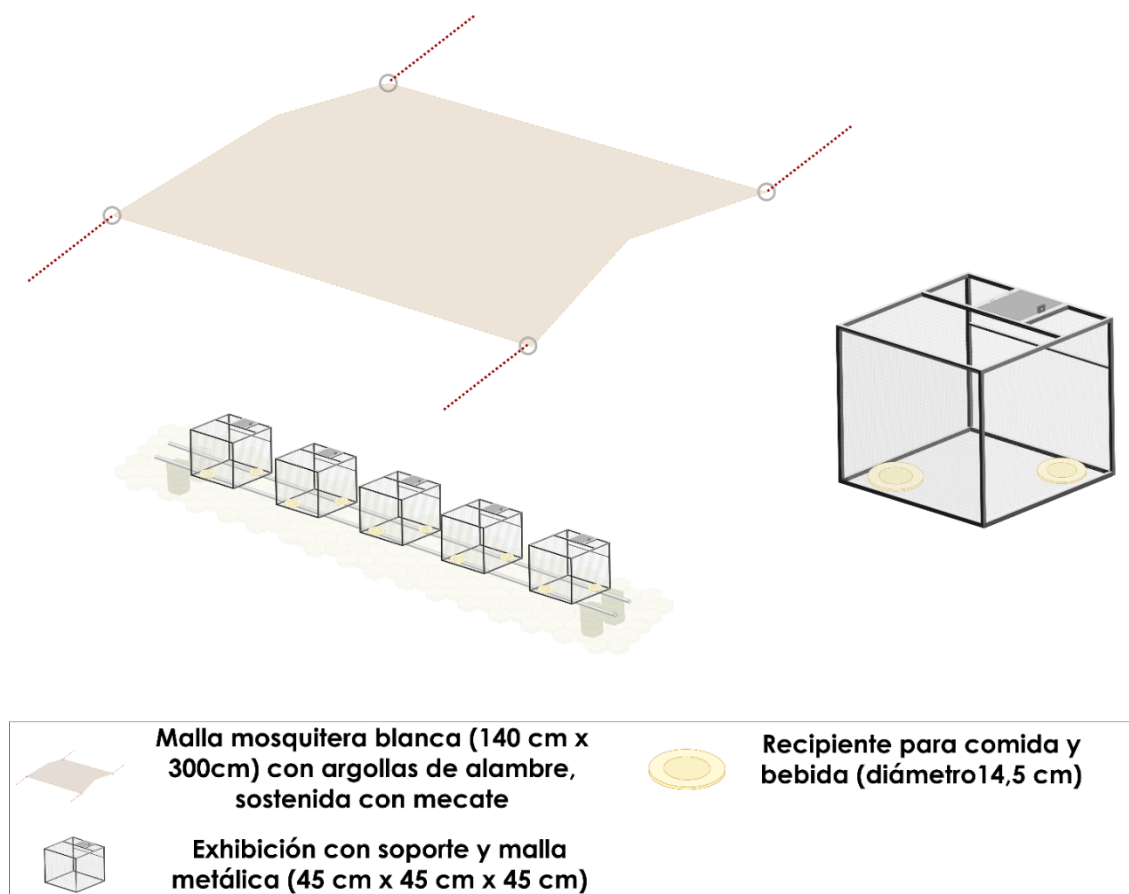


Figura 3. Instalaciones sin enriquecimiento.

6.2.2 Instalaciones con enriquecimiento

Para el enriquecimiento ambiental se usaron herramientas, identificadas como A, B, C, D y E, corresponden a tres de los tipos de enriquecimiento (categorías) propuestos por Blommsmith *et al.* (1991). Las dimensiones de los elementos de cada herramienta se indican en su respectiva figura (Figura 4 a 8).

La herramienta A o tamaño y diseño de exhibición, se categoriza en enriquecimiento de tipo físico, subtipo accesorio permanente. Se basó en lo recomendado para lagartos arbóreos (e.g. Mason *et al.* 1991, Marshall 1993). El tamaño de la exhibición tuvo como criterio la movilidad del animal y la colocación los elementos de enriquecimiento, con dimensiones de un metro de largo y ancho por un metro de alto, manejando una densidad de un ejemplar por m³. El alojamiento fue elaborado con una estructura de madera, forrada en con malla plástica tipo mosquitero. Adicionalmente, se incorporó un adoquín hexagonal dispuesto en el piso de la exhibición para promover el comportamiento de acicalamiento (Figura 4).

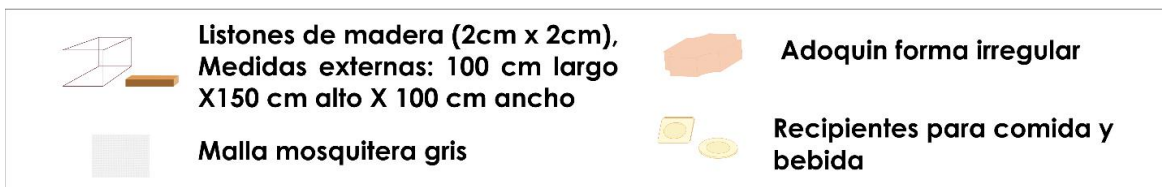
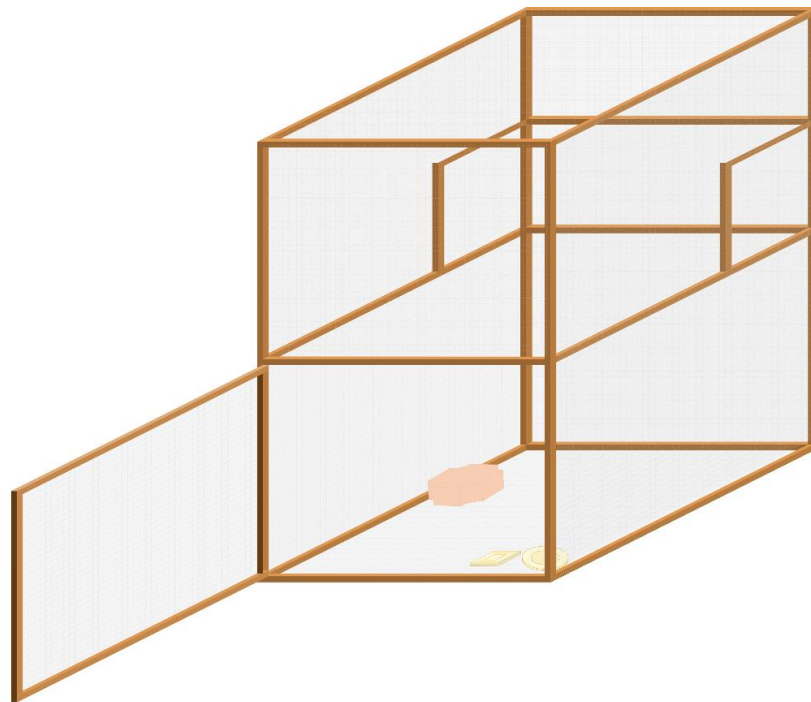


Figura 4. Herramienta A.

La herramienta B o elementos para promover escalada, asoleo y zona de sombra, fueron denominados a lo largo del enriquecimiento como escaladores, plataformas y sombra, se categorizan en enriquecimiento de tipo físico, subtipo accesorio permanente. Los escaladores estuvieron elaborados en madera, con cobertura intermitente de mecate y lija, dispuestos a manera de estratos; además

de sogas plásticas. Las plataformas elaboradas en madera dispuestas en el área soleada y no soleadas en la parte superior de la exhibición; y la sombra, fue malla negra dispuesta en el techo (Figura 5). El objetivo de esta herramienta fue suministrar elementos que promovieran la actividad propia de un lagarto arbóreo, permitiendo desplazarse en elementos de diferentes inclinaciones y estratos, además de regular su temperatura eligiendo un lugar de descanso (Huey & Pianka 1977).

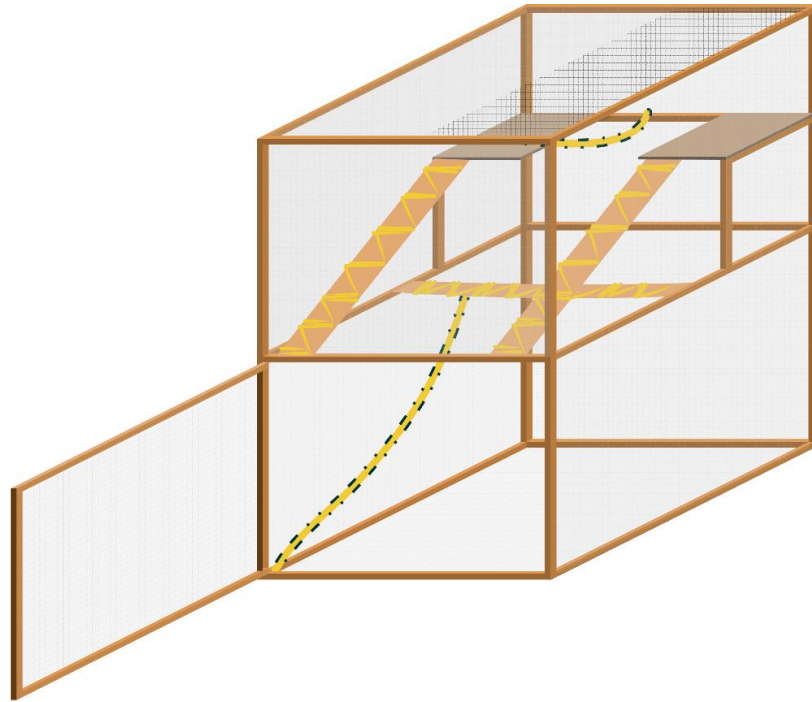


Figura 5. Herramienta B.

La herramienta C o elementos para promover refugio, fueron denominados a lo largo del enriquecimiento como piscina y túnel, se categorizan en enriquecimiento de tipo físico, subtipo accesorio permanente. La piscina fue un recipiente plástico, ubicada en el piso de la exhibición con su correspondiente plataforma de accesos

(teja de barro) y sustrato (piedras). Los túneles fueron tubos plásticos, ubicados en el estrato alto y bajo de la exhibición (Figura 6).

El propósito de estas herramientas fue promover del comportamiento de defensa y huida, donde se ha señalado el uso del agua, como medio de escape (Swanson 1950), además de representar un lugar para bucear, nadar, y permanecer ocultas (Greene *et al.* 1978); y para el caso del túnel, puede funcionar como refugio (McBride & Hernandez-Divers 2004).

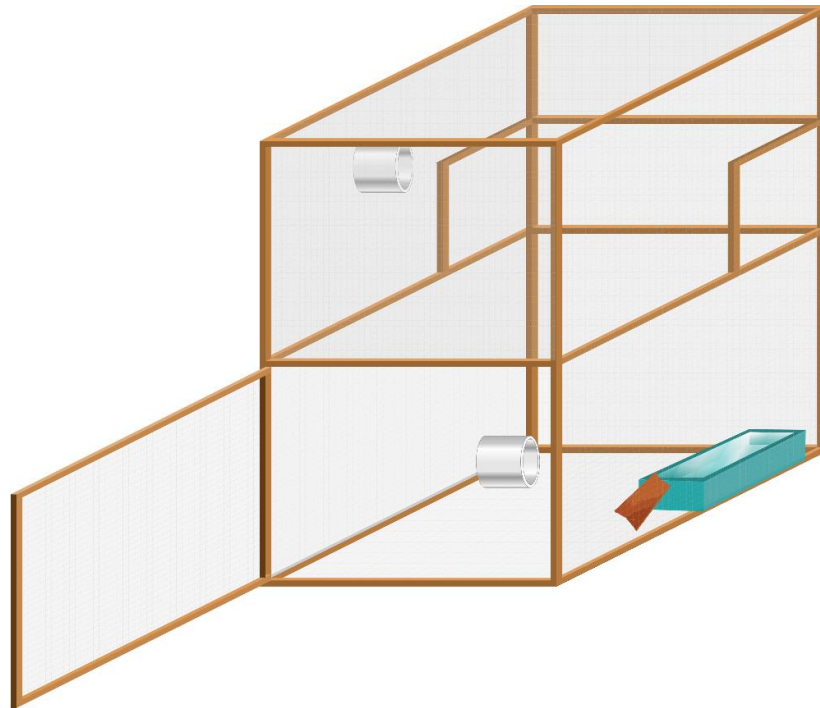
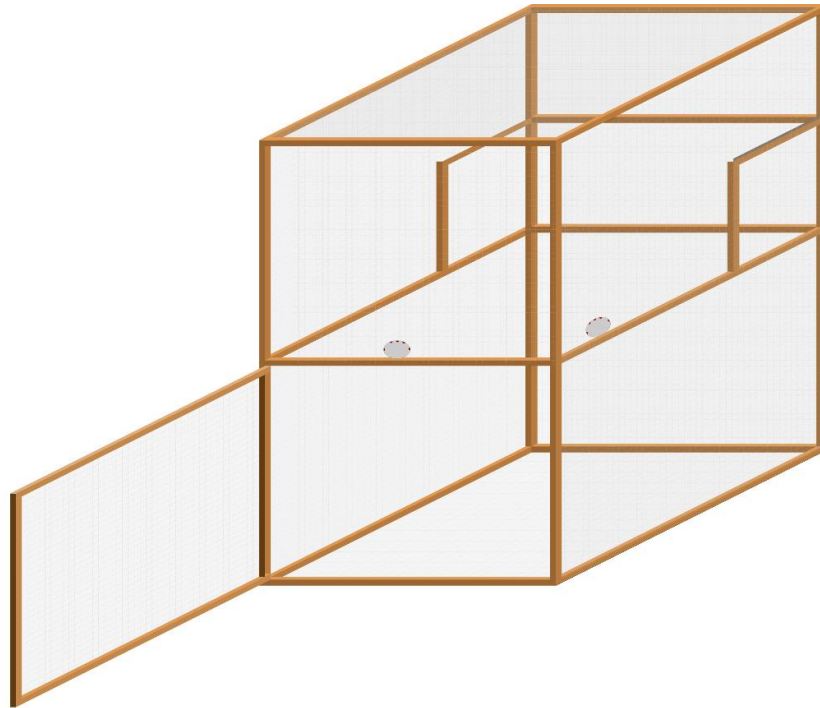


Figura 6. Herramienta C.

La herramienta D o elementos para promover la búsqueda de alimentos, fue llamada bola de alimento, se categoriza como enriquecimiento de tipo nutricional, subtipo accesorio temporal. Consistió en el empleo de dos bolas plásticas no tóxicas perforadas, que funcionaron como contenedor del alimento (Figura 7). El objetivo de dicha herramienta fue presentar alimentos ricos en fibra de manera diferente, promoviendo la exploración y desarrollo de habilidades físicas. Los alimentos

suministrados fueron zanahoria y lechuga en la primera semana de inclusión, manzana y espinaca para la segunda semana, mandarina y apio en la tercera semana, y para la cuarta semana durazno y pera. Las bolas de alimento fueron dispuestas diariamente, renovando su contenido cada 24 horas.



Bola de enriquecimiento para alimento

Figura 7. Herramienta D.

La herramienta E o elementos para promover la exploración, fue llamado palo de olor, se categoriza como enriquecimiento de tipo sensorial, subtipo accesorio temporal. Dos maderas para paleta planas de 15.5 cm de longitud, se impregnaron de esencias frutales y florales comestibles (Deiman®), cada uno con 0,5 ml de solución (Figura 8).

La disposición de la herramienta E varió cada seis días, y el aroma cada tres días. Inicialmente la madera fue dispuesta en el piso de la exhibición y en el estrato medio, cercano a la puerta de la exhibición con esencias de piña y naranja. En la siguiente semana se dispusieron en el piso y estrato medio, pero en la zona central de la exhibición esencias de rosa y violeta; finalmente los palos de olor fueron ubicados en el estrato alto sobre las plataformas de sol y sombra, con esencias de

menta y cereza. El palo de olor fue puesto 10 minutos antes de la observación y retirado al terminar la sesión de observación del día.

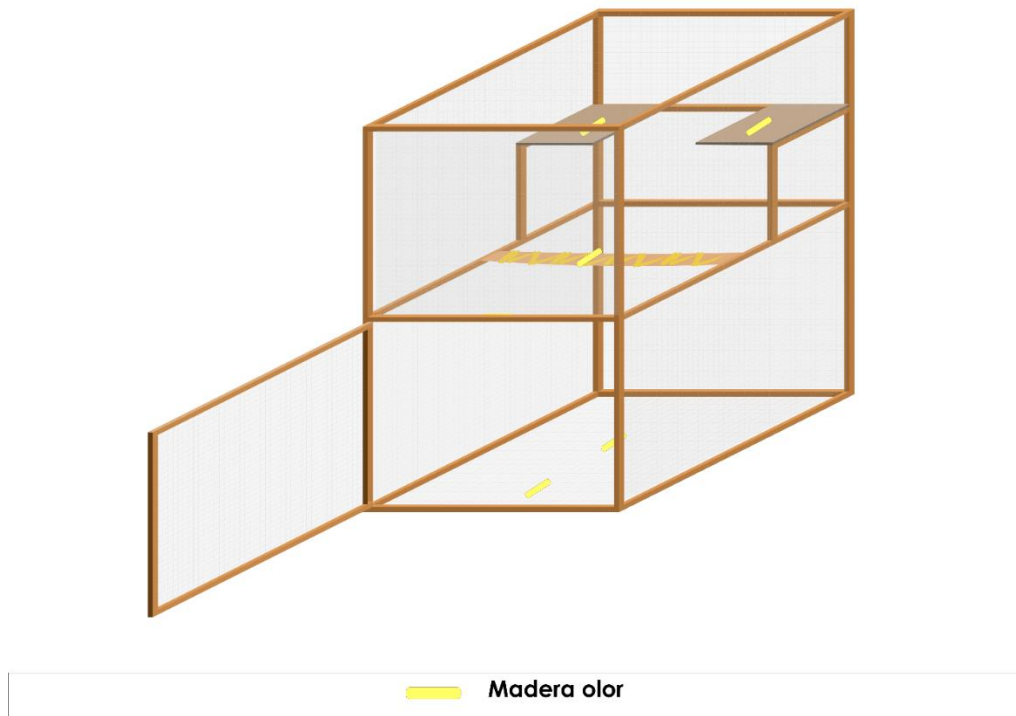


Figura 8. Herramienta E.

6.3 Indicadores de bienestar animal

El efecto de las herramientas de enriquecimiento en los ejemplares, se evaluaron a través de indicadores de bienestar animal comportamentales (comportamiento y uso del espacio), morfométricos y de salud.

6.3.1 Indicador de comportamiento

Las conductas descritas para iguanas verdes en cautiverio de Distel y Veazey (1982), los signos de comportamiento normal, de quietud y confort, y signos de comportamiento anormal y estrés para reptiles (Warwick *et al.* 2013), algunos comportamientos descritos para *Galliota broavana* (Mesa-Avila & Molina-Borja, 2007), y otros comportamientos observados, permitieron establecer el catálogo comportamental para los individuos estudiados, conformado por nueve categorías comportamentales (actividad básica, exploración, termorregulación, ingestión, eliminación, social, agonístico, anormal, no visible y otros) y 35 comportamientos (Tabla I).

Tabla I. Catálogo comportamental empleado.

Categorías comportamentales	Comportamiento	Descripción
Actividad básica	Alerta	La cabeza es con mayor frecuencia horizontal y las extremidades están en aducción ¹
	Descanso	Postura normal o relajado ¹
	Perchar	Descanso o alerta sobre las superficies ²
	Letargo	Apenas es excitable por estímulos externos, animal de color oscuro ¹
	Dormir	Postura relajada con los ojos cerrados ¹
	Desplazamiento	Arrastre y caminado rápido en suelo ¹
	Escalar	Caminar en plataformas, o en las paredes de exhibición ²
	Sujeción	Ubicación del ejemplar en la malla, mediante agarre con sus miembros ³
	Sumergir	Ingreso del cuerpo al agua, total o parcial ³
	Nadar	Ondulación lateral del cuerpo con las extremidades hacia atrás ¹
Exploración	Búsqueda activa	Consiste en caminar con la cabeza estirada hacia fuera, con lengüetazos y parpadeos constantes ¹
	Búsqueda pasiva	Cabeza estirada hacia fuera, con lengüetazos y parpadeos constantes sin movimiento ³
	Acicalamiento	Rascado contra objetos o autodirigido ¹
Termorregulación	Asoleo	Extensión lateral del tronco y las extremidades ¹
	Jadeo	Levantamiento del tronco, acompañado de cambio de color a más claro y comportamiento de jadeo ¹
	Beber	Beber el agua con el hocico sumergido y lamer el agua de una superficie ¹
Ingestión	Comer	Tomar el alimento utilizando la lengua para pasarlo ¹
	Morder	En caso de trozos grandes dan un breve tirón con la cabeza y mordeduras rápidas ¹
Eliminación	Defecar	Habitualmente en el agua o sustrato mojado, con miembros posteriores apoyados en las ramas y la cola levantada ¹
Social	Cortejo	Los machos sexualmente activos se acercan, tanto a hembras como a machos. Realizan un cabeceo vibratorio. El macho se muere o sostiene de la parte lateral del cuello, realizando movimientos hacia ambos lados con el tronco. La hembra deberá de levantar (aceptación) la cola para que exista la cópula ¹
	Cópula	El macho saca el hemipene, lo introduce en la cloaca de la hembra, eyacula, y desmonta, a veces la pelvis se frota al terminar ¹
	Exhibición básica	Se da por la extensión de la papada ¹
Agonístico	Exhibición corporal	En animales alertas exhiben sus cuerpos, con tronco levantado y comprimido ¹
	Exhibición con movimientos	Exhibición corporal o básica, acompañada de cabeceo ¹
	Saltar	Extremidades delanteras y ambas extremidades posteriores son empujadas juntas ¹
	Defensa	Exhibición corporal o básica, acompañada de silbidos, latigazos de la cola o mordidas como estocadas ¹
Agonístico	Defensa al medio	En respuesta a los movimientos del entorno, los individuos congelan su acción en curso, más adelante pueden continuar o realizan lengüetazos, si persiste el estímulo entonces bajan la cabeza. Pueden cerrar los ojos en situaciones extremas y permanecen inmóviles ¹
	Escape	Los períodos largos de inmovilidad van seguidos de un escape violento repentino ¹
	Combate	Comienza con la exhibición de combate apuntando la cola, rodeando al adversario, la papada y el cuerpo exhibidos al máximo, silbando y azotando la cola como desafíos, y cabeceos alternados. Se rodean rápidamente y si uno tiene éxito entonces montará sosteniendo a presión el dorso en el cuello, mientras que éste intenta zafarse del otro. Uno de ellos puede dirigir el hocico como golpe para empujar al adversario del cuello lateralmente. Durante el combate existen pausas ya sea para proseguir el combate o el cierre. El vencido bajará la cabeza y el cuerpo, se retira y su color oscurece. Si el animal montado logra zafarse, entonces el combate reinicia con los empujones con la cabeza y opta por retirarse ¹

Continuación tabla I

Categorías comportamentales	Comportamiento	Descripción
Anormal	Interacción con límites transparentes	Intentos para trepar, excavar o empujar contra, por debajo o alrededor de las barreras transparentes del recinto ⁴
	Hiperactividad	Alto nivel de actividad física, relacionado con la actividad exploratoria y escapar ⁴
	Hiper-atención	Alto nivel anormal de alerta 'nerviosismo' a los estímulos ambientales ⁴
No visible	Autotomía cola	Autotomía voluntaria de la cola asociado a la presencia o contacto humano ⁴
Otros	No visible Caer	Individuo oculto ³ Estando en sujeción, perder la estabilidad y caer al suelo ³

Fuentes: ¹Distel y Veazey (1982), ² Mesa-Avila y Molina-Borja (2007), ³autor, ⁴Warwick y colaboradores (2013).

La colecta de datos se hizo de manera exhaustiva, es decir, que siempre se registró si el individuo era activo, inactivo o no era visible (Crockett & Ha 2010). Las observaciones se realizaron por muestreo focal y continuo a cada individuo, para conocer el tiempo que invierte al realizar una actividad específica; durante estas el observador estuvo a la vista.

Las observaciones conductuales en condiciones no enriquecidas constaron de 22,5 horas de observación distribuidas en 9 días para cada período, con un total de 260 minutos para cada grupo, es decir, 1,5 horas por individuo. Mientras que, en P2, se realizaron 75 horas de observación distribuidas en 30 días, con un período de observación individual de 5 horas. En total se realizaron 120 horas de observación durante el experimento.

Adicionalmente, las observaciones comportamentales estuvieron acompañadas de mediciones de temperatura y humedad. Dichas mediciones se tomaron con 3 sensores marca HOBOWARE, en tres estratos, suelo, pared y techo (HOBOWARE), con intervalos de un minuto.

6.3.2 Indicador ocupación del espacio

Basado en la metodología Ross y colaboradores (2009) y los comportamientos registrados, se describió el uso del espacio dentro de la exhibición, considerando varias categorías, delimitando como cada categoría el área adyacente a un punto de referencia dentro de la exhibición.

Se definieron 18 categorías del uso del espacio. En las instalaciones sin enriquecimiento fueron cinco categorías básicas: plato para la comida, plato para el agua, piso, pared y techo. En las instalaciones con enriquecimiento, se definieron 13 categorías adicionales: escalador con sol, escalador con sombra, escalador medio, plataforma con sol, plataforma con sombra, piscina, túnel alto, túnel bajo, bola de alimento, pared alta, pared alta-media, pared media y pared baja). Los datos

de este indicador se obtuvieron a través de las observaciones descritas en el indicador de comportamiento.

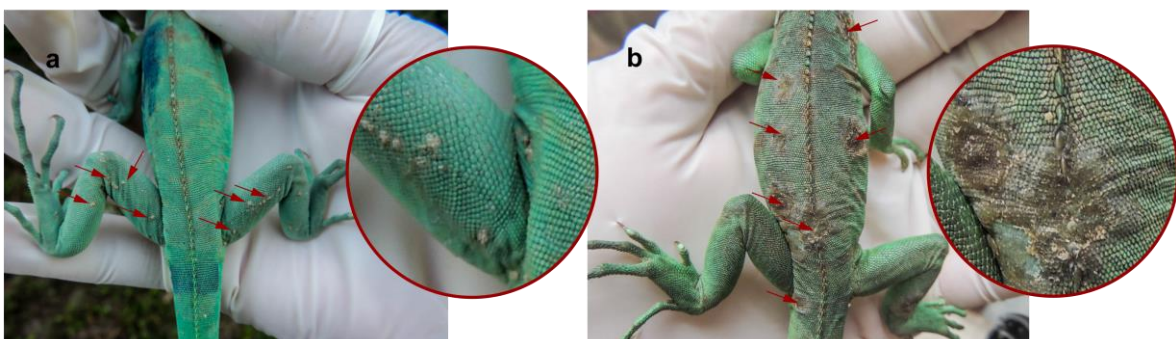
6.3.3 Indicador morfométrico

Las mediciones de los parámetros morfométricos: peso, longitud total (LT), longitud hocico cloaca (LHC), y longitud de cabeza (LC), fueron efectuadas con vernier o cinta métrica en centímetros. El pesaje fue efectuado con balanza análoga en gramos. Estas se realizaron al comienzo del experimento y al final de cada período.

Las mediciones morfométricas se realizaron en cuatro etapas: M0 o condición inicial, M1, M2 y M3 que corresponden con la finalización de cada período (P1, P2 y P3); además de las “condiciones generales de enriquecimiento” (C0, C1 y C2).

6.3.4 Indicador de salud

El indicador de salud se midió a través de presencia/ausencia de lesiones e infecciones externas asociadas a estrés (Warwick *et al.* 2013). Las lesiones encontradas se clasificaron en seis categorías. Las cinco primeras de acuerdo con la ubicación anatómica (cabeza, cuerpo, miembros anteriores, miembros posteriores y cola). La última, disecdisis se consideró por ser un problema común. Adicionalmente, estas fueron tipificadas de acuerdo con su extensión. Tipo I fueron lesiones que en su eje más largo no superaron los 0.5 cm (Figura 9^a), mientras que las lesiones tipo II, tienen una extensión en su eje más largo superior a 0.5 (Figura 9a). Las mediciones se realizaron al comienzo del experimento y al final de cada período.



Las flechas señalan las lesiones más importantes, y en el círculo se observa la lesión ampliada.

Figura 9. Lesiones según tipo.

6.4 Diseño experimental

El diseño utilizado para medir el efecto del enriquecimiento fue de parcelas divididas con medidas repetidas. Las parcelas principales fueron los períodos: pre-

enriquecimiento (P1), enriquecimiento (P2) y pos-enriquecimiento (P3), considerando condiciones preliminares (PO).

La definición de subparcelas para medir el efecto general entre períodos consideró tres “condiciones generales de enriquecimiento”. La primera de no enriquecimiento (C0) para los cinco grupos, durante los tres períodos (P1, P2 y P3). La segunda, durante P2 con la herramienta A constante, denominada enriquecimiento no aditivo (C1), es decir, donde la herramienta de enriquecimiento (B, C, D o E) se colocaba por una semana y se sustituía por otra, en el grupo G1. La tercera con enriquecimiento aditivo (C2), es decir, donde semanalmente se añadía una herramienta permaneciendo las anteriores, en tres grupos (G2, G3, y G4). La subparcela incluyó la sub-subparcela de tres horarios de observación de acuerdo a lo sugerido por López Zamudio (2008). El primero de 10:00 a 12:58 horas (H1); el segundo de 12:30-15:48 horas (H2) y el tercero de 15:00 a 17:58 horas (H3); cada día se realizaron observaciones dentro de un solo horario (Figura 10).

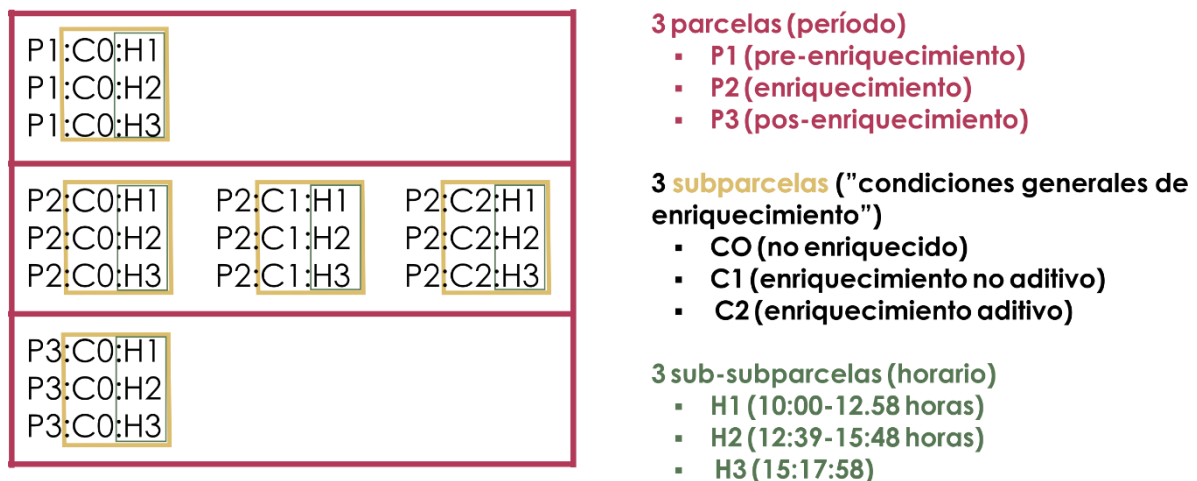


Figura 10. Diseño general entre períodos.

Por otro lado, para el efecto propio de P2, la definición de la parcela fue con las “condiciones específicas de enriquecimiento” que son cuatro, la primera fue enriquecimiento no aditivo (T1); las otras tres fueron los enriquecimientos aditivos, los cuales se diferenciaron por el orden de adición de la herramienta, de esta manera se tiene enriquecimiento aditivo 1 (T2), enriquecimiento aditivo 2 (T3), y enriquecimiento aditivo 3 (T4). La subparcela fue las “herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”. Por ejemplo el G2, tuvo el tratamiento dos (T2), donde en la primera semana se implementó la herramienta A, en la segunda la herramienta B, en la tercera la herramienta E, en la cuarta la herramienta C y en la quinta la herramienta E; de esta manera el tratamiento durante las 5 semanas de

experimentación fue A+B+E+C+D. Para G1, G3 y G4 homológamente fue T1: A+B+C+D+E, T3: A+C+D+B+E y T4: A+D+B+E+C. De igual manera, la sub-subparcela incluyó los tres horarios de observación mencionados anteriormente (Figura 11).

T1:A:H1 T1:A:H2 T1:A:H3	T2:A:H1 T2:A:H2 T2:A:H3	T3:A:H1 T3:A:H2 T3:A:H3	T4:A:H1 T4:A:H2 T4:A:H3
T1:A+B:H1 T1:A+B:H2 T1:A+B:H3	T2:A+B:H1 T2:A+B:H2 T2:A+B:H3	T3:A+C:H1 T3:A+C:H2 T3:A+C:H3	T4:A+D:H1 T4:A+D:H2 T4:A+D:H3
T1:A+C:H1 T1:A+C:H2 T1:A+C:H3	T2:A+B+E:H1 T2:A+B+E:H2 T2:A+B+E:H3	T3:A+C+D:H1 T3:A+C+D:H2 T3:A+C+D:H3	T4:A+D+B:H1 T4:A+D+B:H2 T4:A+D+B:H3
T1:A+D:H1 T1:A+D:H2 T1:A+D:H3	T2:A+B+E+C:H1 T2:A+B+E+C:H2 T2:A+B+E+C:H3	T3:A+C+D+B:H1 T3:A+C+D+B:H2 T3:A+C+D+B:H3	T4:A+D+B+E:H1 T4:A+D+B+E:H2 T4:A+D+B+E:H3
T1:A+E:H1 T1:A+E:H2 T1:A+E:H3	T2:A+B+E+C+D:H1 T2:A+B+E+C+D:H2 T2:A+B+E+C+D:H3	T3:A+C+D+B+E:H1 T3:A+C+D+B+E:H2 T3:A+C+D+B+E:H3	T4:A+D+B+E+C:H1 T4:A+D+B+E+C:H2 T4:A+D+B+E+C:H3

- 4 parcelas ("condiciones específicas de enriquecimiento")
 - T1 (enriquecimiento no aditivo)
 - T2, T3, T4 (enriquecimiento aditivo)
- 5 subparcelas por parcela ("herramienta implementada o semana de adición")
- 3 sub-subparcelas (horario)
 - H1 (10:00-12:58 horas)
 - H2 (12:39-15:48 horas)
 - H3 (15:17:58)

Figura 11. Diseño propio del enriquecimiento (P2).

Los tratamientos fueron las combinaciones de parcela, subparcela y sub-subparcela (Figuras 8 y 9), donde se denominó "tratamientos generales" a la combinación de períodos, condiciones generales y horario. Por otro lado, "tratamientos específicos de P2" se utilizó para denominar la combinación de condiciones específicas de enriquecimiento, herramienta implementada o semana de adición y horario. Las repeticiones fueron las observaciones comportamentales por individuo. Los horarios fueron aleatorizados al igual que las observaciones durante los tres períodos.

6.5 Análisis estadísticos

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico R (R versión 3.4.4 Core Team 2018), considerando significancias de $p \leq 0.05$, las librerías empleadas se especifican en cada apartado.

6.5.1 Indicador de comportamiento

Se realizaron 20 análisis de varianza (ANDEVA) con datos log-transformados para determinar el efecto de los “tratamientos generales” en la variación de tiempo empleado por comportamiento entre los períodos. Se utilizaron las librerías “*car*” (Fox & Sanford 2011) y “*agricolae*” (de Mendiburu 2017). Posteriormente, identificadas las diferencias, se emplearon pruebas de comparación de medias del tiempo en segundos que las iguanas neonatas invirtieron en cada comportamiento, con ajuste de Bonferroni (Biggs *et al.* 1991). Estos análisis se realizaron con las librerías “*enmeans*” (Lenth *et al.* 2018) y “*multicompView*” (Graves *et al.* 2015).

Adicionalmente, se realizó un modelo lineal generalizado de efectos mixtos para medir el efecto propio de P2, que consideró como efectos fijos: “condiciones específicas de enriquecimiento” (aditivo y no aditivo), herramientas, comportamiento y horario; mientras que los efectos aleatorios fueron “tratamiento específico de P2” y temperatura: donde la variable respuesta fue el tiempo en segundos que las iguanas neonatas invirtieron en cada comportamiento. Para este análisis se usaron las librerías “*MASS*” que contiene el programa “*glmmPQL*” (Venables & Ripley 2002), “*enmeans*” (Lenth *et al.* 2018) y “*multicompView*” (Graves *et al.* 2015). Se realizaron gráficos Cuantil-Cuantil para observar que tan cerca estaba la distribución de la variable (Crawley 2012), posteriormente el modelo se corrió considerando una distribución log-normal teniendo en cuenta la sobredispersión de los datos, mediante la implementación quasi-propabilística (Wedderburn 1974).

Finalmente, se realizaron ANDEVAs con datos log-transformados para determinar el efecto del “tratamiento específico de P2” en la variación de tiempo empleado por comportamiento. Estos análisis se realizaron con las mismas librerías utilizadas en los ANDEVAs generales.

6.5.2 Indicador ocupación del espacio

Para comparar la diversidad comportamental por categoría de espacio y por período se usó el índice de diversidad H de Shannon-Weaver como se ha realizado en otros trabajos (e.g. Shepherdson *et al.* 1993, Clark & Melfi 2011, Collins *et al.* 2016).

$$H = \sum_{i=1}^S - (P_i * \ln P_i)$$

Donde P_i es la frecuencia de comportamiento presentado en el i -ésimo lugar. Los mayores valores de H indicarán mayor diversidad de comportamiento en el espacio.

Se realizaron tres análisis de correspondencia múltiple (ACM), con el objetivo de resumir las relaciones entre los datos (e.g. Husson *et al.* 2017, Costa *et al.* 2013), para este caso, identificar las conexiones entre los comportamientos y ocupación del espacio, considerando la variable espacio (apartado 6.3.2) por período (P1, P2, P3) y tiempo. Adicionalmente, en el ACM del P2 se incluyeron la variable “herramienta usada”, definida como la herramienta donde se observó a cada ejemplar realizando algún comportamiento (Tabla 1). Todos los análisis se realizaron utilizando la paquetería “*FactoMineR*” (Husson *et al.* 2017).

La interpretación del ACM se hizo basada en los valores propios (*eigenvalores*) y tasa de inercia (ta), que permiten conocer la varianza explicada de cada eje y su importancia porcentual (Fernández 2002). Adicionalmente, se verificó por medio del porcentaje de calidad de representación de cada variable (cos^2) en cada eje. Adicionalmente, se analizó la distribución de las categorías de las variables “lugar”, “comportamiento” y “herramienta usada” en el plano factorial con elipses al 95% de confianza, con la finalidad de detectar la similitud de las categorías.

Sumado a lo anterior, se tuvieron en cuenta las contribuciones absolutas de cada categoría superiores a uno, en la construcción del plano factorial. Finalmente, la ubicación de las categorías en el plano, basada en la distancia Ji- Cuadrado (X^2), permitió la asociación por proximidad, estableciendo así el perfil conductual, donde puntos cercanos revelan “comportamientos semejantes” ó asociación de las categorías visualizándolo en el producto gráfico, conocido como plano (Hwang *et al.* 2006).

6.5.3 Indicador morfométrico

Se realizó un análisis de correlación simple utilizando el coeficiente de Pearson, entre todas las combinaciones pareadas posibles de las variables morfométricas peso, longitud total (LT), longitud hocico-cloaca (LHC) y longitud de cabeza (LC).

Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), utilizando las variables morfométricas menos relacionadas entre sí ($rP \leq |0.4|$). Estos análisis se realizaron con la finalidad de encontrar la mejor manera de explicar la morfometría de los organismos entre mediciones, considerando la mayor importancia en el modelo (0.7-1.0, y el porcentaje de varianza explicada). El ACP se realizó con la librería “*stats*” (R Core Team 2013).

Adicionalmente, se realizaron ANDEVAs con datos log-transformados para medir el efecto sobre el incremento de cada variable morfométrica que resultó con mayor importancia en el ACP, considerando la combinación de dos factores, el

primero fue el momento en que se realizó la medición morfométrica (M0, M1, M2 y M3). El segundo factor fueron las “condiciones generales de enriquecimiento” (C0, C1 y C2). Se utilizaron las librerías “*car*” (Fox & Sanford 2011) y “*agricolae*” (de Mendiburu 2017). Posteriormente, identificadas las diferencias, se emplearon pruebas de comparación de medias de Tukey (Biggs *et al.* 1991). Estos análisis se realizaron con las librerías “*enmeans*” (Lenth *et al.* 2018) y “*multicompView*” (Graves *et al.* 2015).

6.5.4 Indicador de salud

Se realizaron tres ANDEVAs con datos log-transformados para los tres tipos de lesión (ausencia, lesión tipo I y II) con las librerías “*car*” (Fox & Sanford 2011) y “*agricolae*” (de Mendiburu 2017). Estos ANDEVAs fueron utilizados para determinar el efecto de la combinación de etapas y “condiciones generales de enriquecimiento” (M0, M1-C0, M2-C0, M2-C1, M2-C2 y M3-C0); y la ubicación anatómica de la lesión (apartado 6.3.4), en la variación de la frecuencia según el tipo de lesión. Los ANDEVAs se corrieron considerando una distribución log-normal teniendo en cuenta la sobredispersión de los datos, mediante la implementación cuasi-probabilística (Wedderburn 1974).

Posteriormente, identificadas las diferencias, se emplearon pruebas de comparación de medias y comparaciones múltiples del tiempo en segundos que las iguanas neonatas invirtieron en cada comportamiento, con ajuste de Bonferroni (Biggs *et al.* 1991). Estos análisis se realizaron con las librerías “*enmeans*” (Lenth *et al.* 2018) y “*multicompView*” (Graves *et al.* 2015).

6.6 Nota ética

Los procedimientos experimentales reportados en esta tesis están acordes con la legislación mexicana (Anónimo 2001).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Indicador de comportamiento

Durante el estudio, se registraron 25 comportamientos en iguanas verdes neonatas de los 35 propuestos en el catálogo comportamental, incluidos en ocho categorías (Tabla I). Estos estuvieron representados en 3,480 observaciones conductuales. El 75.86% correspondió a actividades básicas. Las categorías anormal, agonístico y exploración se presentaron con frecuencias similares de 7.56%, 6.47% y 6.44% respectivamente. El 3.71% de las observaciones incluyeron a las categorías ingestión, no visible, eliminación y otros.

Los porcentajes en que se presentaron los comportamientos por “tratamiento general” fluctuaron entre 0.16% - 38.4%. El comportamiento descanso presentó la frecuencia más alta en el “tratamiento general” P1:C0:H3 (38.4%) (Anexo A1); antagónicamente, el porcentaje más bajo lo presentaron los comportamientos saltar, defensa al medio y caer en el “tratamiento general” P2:C2:H1 (0.16%) (Anexo A2). El comportamiento con frecuencia más alta en el “tratamiento específico de P2” del grupo T4, donde tenían adicionados las herramientas tamaño y diseño de exhibición, bola de alimento y elementos para promover escalada, asoleo y zona de sombra con el horario tres (T4:A+D+B:H3), fue desplazamiento con 37.25% (Anexo B).

Por otra parte, el tiempo promedio por comportamiento por “tratamiento general” fue 91.98 ± 132.23 y por “tratamiento específico de P2” 108.21 ± 151.37 . Los comportamientos con las medias más altas fueron letargo durante el período dos, con condiciones de enriquecimiento no aditivo en todos los horarios (P2:C1:H1, P2:C1:H2, y P2:C1:H3) y en las condiciones de no enriquecimiento en los horarios dos y tres (P2:C0:H2, P2:C0:H3) ($M=600$, $DT=1$), exhibición básica con condiciones de no enriquecimiento en horario tres (P2:C0:H3) ($M=600$, $DT=1$) y no visible en condiciones de enriquecimiento aditivo en horario tres (P2:C2:H3) ($M=600$, $DT=1$) (Anexo C). De igual forma, en el tratamiento específico comportamientos como dormir, letargo, perchar y sujeción tuvieron las medias más altas (Anexo D).

En este panorama general, pareciera que los comportamientos más frecuentes en el estudio pertenecen a actividad básica, sin embargo, éste no es del todo cierto, ya que al analizar el tiempo máximo, corresponde a otras categorías comportamentales. Lo que indica, que las frecuencias no están relacionadas con el tiempo invertido en la realización del comportamiento.

7.1.1 Comportamientos no registrados a lo largo del estudio

Diez de los 35 comportamientos planteados en el catálogo comportamental para *I. iguana* no se presentaron. Los dos comportamientos (100%) de la categoría

termorregulación no se presentaron. La ausencia del comportamiento asoleo, es consistente con lo planteado por McGinnis y Brown (1966), quienes indican que los períodos de asoleo no están delimitados; no se observa a *I. iguana* dirigiendo su cuerpo a la luz y por el contrario, lo común es observarla moviéndose de áreas soleadas a sombreadas según la temperatura ambiental. En el caso del jadeo, probablemente los ejemplares no alcanzaron una temperatura corporal de 42°C, y por lo tanto no fue necesario realizar dicho comportamiento. Sumado a esto, pudieron presentarse otras formas de termorregulación, para el caso de los lagartos se ha señalado, que no solo captan calor directamente del sol, sino que existen mecanismos como tigmotermia (captación de calor por conducción), heliotermia, o la combinación de ellos (Díaz de la Vega *et al.* 2014).

Otra posible explicación de la ausencia de estos comportamientos (asoleo y jadeo), son las condiciones de manejo, que fueron diferentes a las empleadas por Distel & Veazey (1982). Dicho trabajo se realizó en recintos cerrados donde se usaron lámparas de calor para proveer gradiente térmico, situación que no se presentó en este trabajo, ya que los alojamientos estuvieron bajo condiciones climáticas naturales dentro del área natural de distribución de la especie (Alvarado & Suazo 1996 *In: Martínez Salazar et al.* 2005).

Los dos comportamientos (100%) de la categoría social no se registraron. La ausencia de los comportamientos de cortejo y cópula se explican por la edad de los ejemplares usados en este trabajo, ya que dichos comportamientos están asociados con el inicio de la pubertad y la etapa reproductiva, que se da entre un año (Pinacho-Santana *et al.* 2010) y dos años (Alvarado & Suazo 1996 *In: Pinacho Santana et al.* 2006). De igual manera el 37.5% de los comportamientos agonísticos no se evidenciaron, estos fueron defensa, combate y escape; esto concuerda con las generalidades descritas para reptiles, donde muchos comportamientos agonísticos cuentan con un componente reproductivo (Hernandez-Divers 2001). De manera específica, la no presentación de los comportamientos defensa y combate, puede ser indicativa de la ausencia de agresión intraespecífica por defensa de recursos que se ha documentado en la especie, específicamente en el período de anidamiento donde hembras atacan a congéneres en la defensa del sitio de anidación (Rand & Rand 1976), y también se ha observado en la copula y cortejo (*e.g.* Krysko *et al.* 2007).

Tres comportamientos de la categoría comportamental anormal (75%) no se presentaron: hiperactividad, hiper-atención y autotomía de cola, que son comportamientos asociados al estrés (Warwick *et al.* 2013). Sin embargo, es necesario establecer los niveles normales de exploración, escape en el caso del comportamiento hiperactividad, y alerta para hiper-atención para así asentar eficazmente estos comportamientos atípicos; pues como señala Warwick (1990),

los comportamientos anormales no son fácilmente reconocibles y por lo tanto se pueden malinterpretar o ignorar. Por otra parte, la autotomía de cola en iguánidos se ha señalado como una estrategia antidepredatoria, que generalmente va acompañada de movimientos de escape (Vitt *et al.* 1977); puntualmente para *I. iguana* se ha señalado que puede presentarse en compañía de comportamientos defensivos frente a la manipulación humana (Greene *et al.* 1978).

Finalmente, hay que considerar que pudo subestimarse el registro de los comportamientos, basado en el supuesto que los reptiles son sedentarios (Warwick *et al.* 2013). Sumado a las carencias que existen para la evaluación del enriquecimiento en reptiles, como ausencia de estudios de familiaridad de comportamientos y contextos normales (Warwick *et al.* 2013, Eagan 2018). Por otro lado, es necesario conocer el desarrollo comportamental de manera natural, e identificar el perfil comportamental diario que señale el tiempo invertido en cada actividad, bajo diversas instancias de manejo y grupo etario, para establecer la efectividad del enriquecimiento.

7.1.2 Comportamientos poco frecuentes

Los comportamientos sumergir, nadar, morder, exhibición con movimientos y saltar se excluyeron de los análisis de este indicador porque se presentaron en un solo tratamiento y con baja frecuencia (Tabla II).

Tabla II. Comportamientos poco frecuentes según cada tratamiento.

Comportamiento	Registros	Tratamiento general	Tratamiento específico de P2
Sumergir	2	P2:C2:1	T3:A+C:1
Nadar	4	P2:C2:1	T3:A+C:1 T3:A+C+D:1
Morder	2	P2:C1:2 P2:C2:2	T2:A+B+E:2 T1:A+D:2
Exhibición con movimientos	1	P1	P1:CO:2
Saltar	2	P2	T1:A:3 T3:A+C+D+B+E:1

Los comportamientos sumergir y nadar, se presentaron en P2 en el tratamiento de enriquecimiento aditivo 3 (T3) en las semana dos y tres. Sumergir en algunos reptiles se ha asociado a una respuesta ante amenazas (Warwick 1990), de igual manera, se ha señalado para la especie en vida libre (Swanson 1950). Por otra parte, nadar se relaciona a un comportamiento antidepredador (Greene *et al.* 1978). En el caso del experimento, estos comportamientos se relacionan con eventos de exploración, ya que los ejemplares no habían tenido contacto con elementos de

estas características (recipiente plástico con sustrato “piscina”); y las observaciones fueron poco frecuentes.

El comportamiento morder se asoció a la presencia de las herramientas de enriquecimiento de los respectivos tratamientos. La observación correspondiente al tratamiento “T2:A+B+E:2” se presentó por la introducción de la herramienta “palo de olor” ; y para “T1:A+D:2” por lo elementos añadidos en la “bola de alimento”, que diferían en textura y tamaño de la alimentación normal de los ejemplares (alimento concentrado). La poca frecuencia de los comportamientos sumergir, nadar y morder, se puede asociar a neofobia (aversión a acercarse a un lugar u objeto novedoso) (Greenberg 2003), como se ha señalado en otros lagartos como *Lampropholis delicata* (escinco delicado) en condiciones *in situ* en áreas urbanas y rurales (Walsh *et al.* 2018), sin embargo, es necesario estudiar este fenómeno en *I. iguana*.

En el caso de exhibición con movimientos y saltar, su manifestación se puede asociar a varias causas. En el primer caso como comportamientos agonísticos, la presencia permanente de la persona que tomo los datos, individuos del alojamiento o alojamiento cercano (Hernández-Divers 2001), al igual que por respuesta a los estímulos sonoros del medio, probablemente desataron este tipo de respuestas, que se han señalado en las tácticas antidepredatorias de la especie (Greene *et al.* 1978). En todo caso, dichos comportamientos no se exacerbaron, no produjeron conflictos o daños al personal y a otros individuos, lo que indica que simplemente hacen parte de su repertorio conductual (Warwick 1990).

7.1.3 Análisis generales entre períodos

Se encontró efecto significativo ($p \leq 0.05$), del tiempo invertido en relación con la combinación de período, condiciones generales de enriquecimiento y horario (“tratamientos generales”), sobre los comportamientos alerta ($F_{(14, 557)} = 4.06$, $R^2 = 6.98$), descanso ($F_{(14, 661)} = 6.63$, $R^2 = 10.45$), dormir ($F_{(14, 137)} = 2.35$, $R^2 = 11.12$), desplazamiento ($F_{(14, 615)} = 3.77$, $R^2 = 5.80$), sujeción ($F_{(14, 353)} = 3.13$, $R^2 = 7.50$), acicalamiento ($F_{(10, 68)} = 2.57$, $R^2 = 16.75$), beber ($F_{(7, 22)} = 6.95$, $R^2 = 58.96$), defensa al medio ($F_{(6, 43)} = 3.17$, $R^2 = 20.95$), interacción con límites ($F_{(13, 249)} = 2.59$, $R^2 = 7.29$) y no visible ($F_{(2, 23)} = 11.62$; $R^2 = 37.77$).

Posteriormente, en las pruebas de comparación de medias, algunos de los “tratamientos generales” resultaron significativos ($p \leq 0.05$), en cada comportamiento (Anexo E, Figura 10a y 10b). Estos análisis incidieron de manera diferente en cada comportamiento. En general, se diferenciaron dos efectos en el tiempo promedio por comportamiento, el primero con variación (es decir, reducción y aumento), y el segundo, sin cambios constantes ni polarizados, es decir, efecto neutro.

Entre los tratamientos que incluyeron a las parcelas P1 y P3, en los tres horarios (P1:C0:H1, P1:C0:H2, P1:C0:H3, P3:C0:H1, P3:C0:H2, y P3:C0:H3), algunas medias se diferenciaron. Las mayores medias en dos comportamientos, el primero alerta que se presentó en el período tres, horario tres (P3:C0:H3) ($M=122.23$, $DT=1.2$), y el segundo interacción con límites en el período uno, horario dos (P1:C2:H1) ($M=41.8$, $DT=1.14$)

En cambio, en otros comportamientos estos tratamientos destacaron por menores medias, esto sucedió para el comportamiento dormir, en el período tres, horario uno P3:C0:H1 ($M=59.99$, $DT=1.36$). Igualmente, para sujeción en el tratamiento del período uno, con condiciones generales no enriquecidas y horario dos (P1:CO:H2) ($M=23.26$, $DT=1.45$), en el período dos con horario dos P2:CO:H2 ($M=23.6$, $DT=1.63$); y adicionalmente, para acicalamiento en el período uno, en los horarios uno (P1:C0:H1) ($M=11$, $DT=1.29$) y dos (P1:CO:H2) ($M=3.91$, $DT=1.45$).

Con relación al efecto neutro, se presentaron tanto medias altas como bajas. Así, para el comportamiento descanso, todas las variaciones significativas se dieron en las condiciones generales no enriquecidas, con menores medias en el período tres, en los horarios uno (P3:C0:H1) ($M=66.46$, $DT=1.15$) y dos (P3:C0:H2) ($M=69.27$, $DT=1.15$), y con mayor media en el período dos con horario dos (P2:CO:H2) ($M=420.08$, $DT=1.23$). Por otro lado, aunque estos comportamientos incluyeron más variaciones significativas, en estos tratamientos generales que incluyen a P1 y P3, se observó tanto disminución como aumento. El primero es el caso del comportamiento desplazamiento, con menores medias en el período tres con horarios dos P3:C0:H2 ($M=8.96$, $DT=1.14$), período uno con horario uno P1:CO:H1 ($M=15.63$, $DT=1.09$), en contraste con mayores medias en período uno con horario tres P1:CO:H3 ($M=26.57$, $DT=1.2$) (Figura 12a).

En segundo lugar, beber con menores y mayores medias, respectivamente en los tratamientos P3:CO:H1 ($M=3$, $DT=2.01$), y con menor media P3:C0:H3 ($M=225.28$, $DT=1.64$). Al igual que defensa al medio, con menores y mayores medias, respectivamente $M=104.64$, $DT=1.39$, y mayor media P2:C0:H3 ($M=529.34$, $DT=142$).

Por el contrario, para los tratamientos que incluyeron la parcela P2, con sus correspondientes subparcelas: “condiciones generales de enriquecimiento” de tipo aditivo y no aditivo (C1 y C2), la reducción del tiempo frente a las parcelas P1 y P3, ocurrió para los comportamientos alerta ($M=29.17$, $DT=1.23$) en el tratamiento P2:C1:H2 (Figura 12a); e interacción con límites con los tratamientos P2:C2:H1 y ($M=20.16$, $DT=1.14$) y P2:C2:H2 ($M=18.49$, $DT=1.19$) ($p \leq 0.05$) (Figura 12b).

De manera general, la presentación del comportamiento alerta se asocia a una táctica antidepredatoria (Greene 1978), que hace que el individuo responda ante estímulos del medio. Por lo que, de manera indirecta, la disminución del tiempo de

ejecución de este comportamiento, indica que el tratamiento de enriquecimiento no aditivo en horario dos (P2:C1:H2) promovió confort en las iguanas, además de indicar que estuvieron libres de amenazas.

La disminución del tiempo invertido en el comportamiento interacción con límites se presentó en los tratamientos de enriquecimiento aditivo, en los horarios uno y dos (P2:C2:H1 y P2:C2:H2), esto sugiere que el enriquecimiento fue efectivo. Aunque esta situación no es generalizada, ya que no sucedió en los tratamientos restantes que incluyeron enriquecimiento (P2:C2:H3, P2:C1:H1, P2:C1:H2 y P2:C1:H3). Sin embargo, esto indica que es mucho más efectivo, la adición y conservación de herramientas de enriquecimiento (“condiciones generales de enriquecimiento” C2). Adicionalmente, considerando que este comportamiento se presenta por la necesidad de búsqueda de alternativas a su entorno, intentos por llegar a un hábitat visualmente estimulado o mala adaptación (Warwick 1990), el enriquecimiento aditivo (C2) fue exitoso.

Para otros comportamientos los “tratamientos generales” que incluyeron enriquecimiento no aditivo y aditivo (C1 y C2), aumentaron el tiempo de los comportamientos frente a las parcelas P1 y P3. Estos fueron: dormir con tratamiento P2:C1:H3 ($M=383.74$, $DT=1.57$) (Figura 12 a), y sujeción con tratamiento P2:C1:H3 ($M=229.74$, $DT=1.45$) (Figura 12a) ($p \leq 0.05$).

El aumento de tiempo en la realización del comportamiento dormir se considera efectivo. En la especie se han realizado estudios sobre este comportamiento, donde indican que estados de inmovilidad, cierre de párpado y relajación muscular, además de disminución de frecuencia cardíaca y respiratoria, se presentan cuando los ejemplares no son molestados (e.g. Flanigan 1973, Ayala-Guerrero & Mexicano 2008).

Por otra parte, el aumento de la media del comportamiento sujeción, puede considerarse apropiado. En este estudio se hizo distinción del uso de la malla como superficie para perchado, identificando este comportamiento como sujeción. Sin embargo, en experimentos realizados en cautiverio, no es frecuente el reporte de dicho comportamiento, pero se ha dado en *Hemidactylus turcicus* (Salamanquesa rosada) (Vaughan *et al.* 1996). Pese a que no hay la suficiente información, evidencia la efectividad del enriquecimiento, ya que este comportamiento permitió el acceso a estratos altos y bajos. Adicionalmente, en el “tratamiento general”, donde se diferenció (P2:C1:H3, Figura 12a), fue en enriquecimiento incompleto, esto indica que al aumentar las dimensiones y proporcionar alojamientos de configuración vertical, se promueven comportamientos de utilidad ecológica.

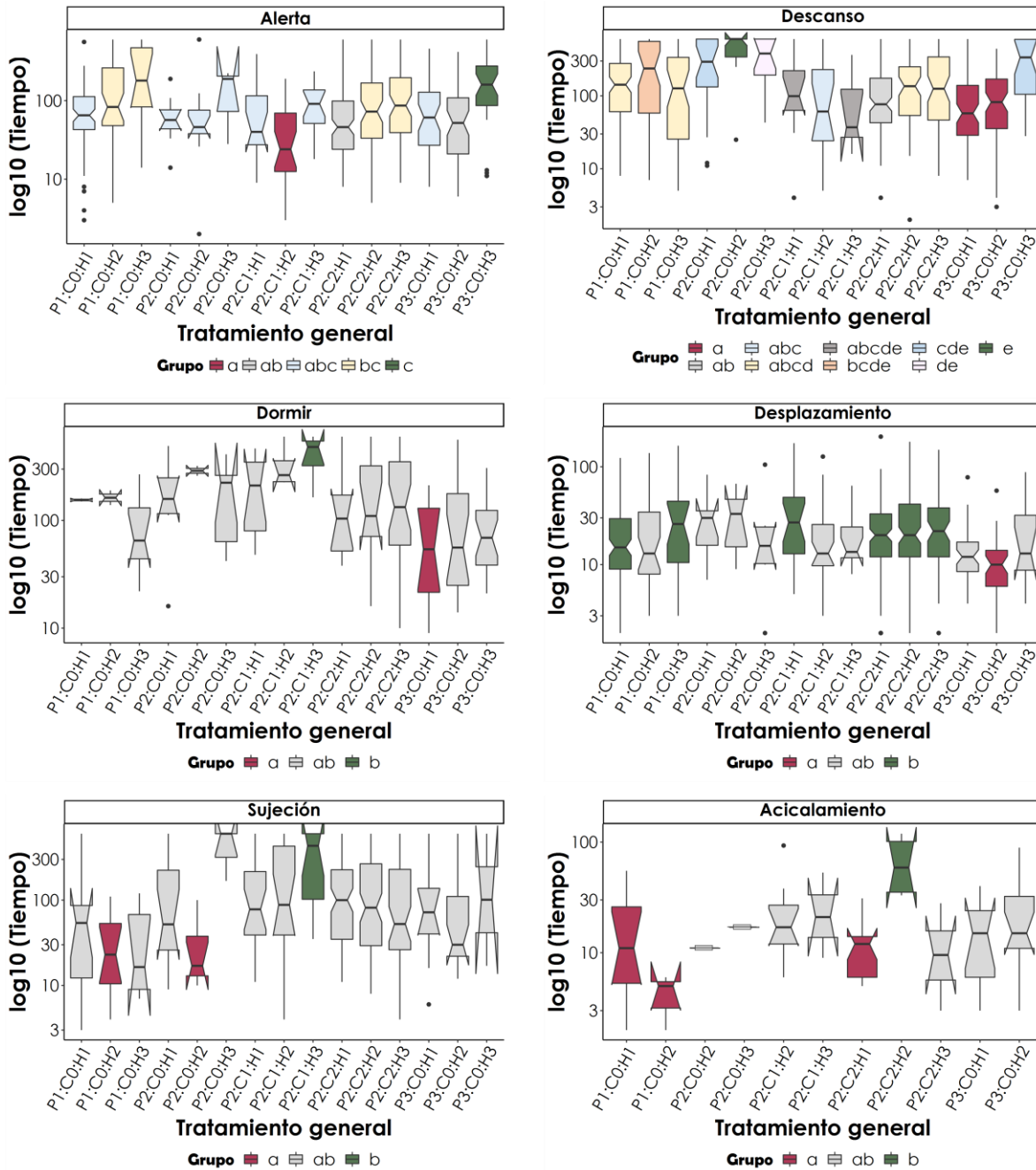
Por otra parte, el efecto neutro, implicó que el enriquecimiento con sus diversos tratamientos (P2:C1:H1, P2:C1:H2, P2:C1:H3, P2:C2:H1, P2:C2:H2 y P2:C2:H3), incidió aumentando y disminuyendo las medias para algunos

comportamientos. En el comportamiento acicalamiento, promovió tanto medias menores (P2:C2:H1) ($M=10.83$, $DT=1.23$), como mayores (P2:C1:H3) ($M=60.7$, $DT=1.52$). Situación similar para el comportamiento no visible, con menor media en P2:C2:H1 ($M=150.05$, $DT=1.19$) y mayores medias en P2:C2:H2 ($M=507.28$, $DT=1.28$) y P2:C2:H3 ($M=600$, $DT=1.24$) (Figura 12b). En ambas situaciones, la sub-subparcela horario es convergente, presentando mayores medias en H2 y H3, y menores en H1. Esto puede estar asociado a la naturaleza de los comportamientos, es decir, la tendencia de acicalarse y ocultarse mayormente en horarios de la tarde; sin embargo, no hay información sobre este supuesto.

El comportamiento acicalarse, se ha señalado en iguánidos con la función de retirar fragmentos de epidermis (muda) (e.g. Murphy 1969), por lo que su presentación pudo estar influenciada por este proceso. Por otra parte, el comportamiento no visible, que adicionalmente, fue exclusivo de la parcela P2, es descrito en algunos estudios como ocultación. Las causas de su aparición, son varias, como miedo natural de los reptiles a la presencia humana (Bashaw *et al.* 2016), regulación de temperatura en el caso de *Phelsuma guentheri* (Geco diurno de Guenther) (Wheler & Fa 1995), miedo a la presencia humana en *Cyclura nubila caymanensis* (Iguana cubana) (Carey 1966), y estrategia antidepredatoria para *Uma scoparia* (Lagartija Mojave) (Carothers 1986), al igual que para reptiles en general (Hernandez-Divers 2001). Sin embargo, para iguana verde, este comportamiento no se ha descrito con algún objetivo. En el caso de este estudio, el aumento de las medias de estos dos comportamientos, se debió al suministro de herramientas de enriquecimiento, ya que estas permitieron la ejecución de dichas conductas. De esta manera, el “adoquín” con su superficie áspera y rugosa permitió el acicalamiento contra objetos, y espacios como “tubo alto” o lugares entre “plataformas”, “piscina” y “teja” fueron claves para el comportamiento no visible.

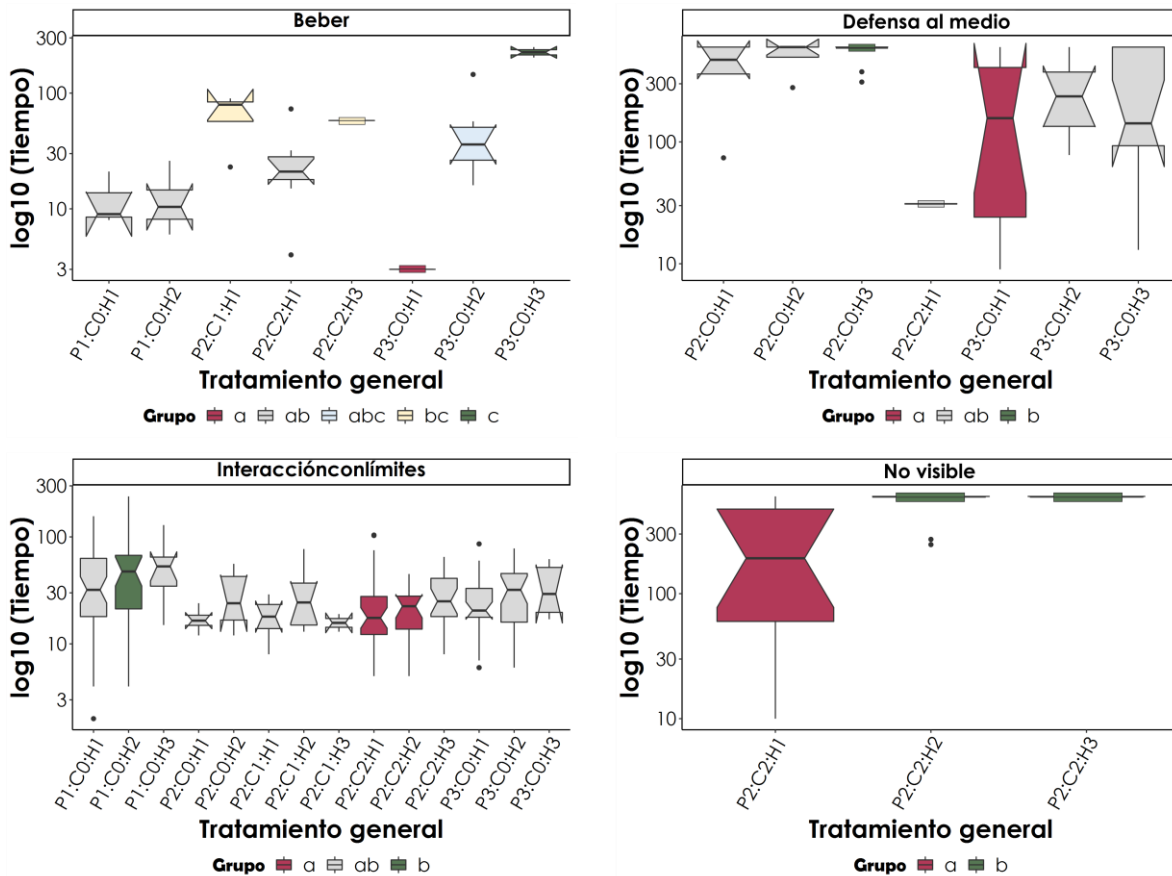
Adicionalmente, en el comportamiento desplazamiento, presentó menores medias en P2:C2:H1 ($M=19.19$, $DT=1.12$), P2:C2:H2 ($M=20.67$, $DT=1.12$) y P2:C2:H3 ($M=21.66$, $DT=1.09$), en contraste con mayores medias en P2:C1:H1 ($M=26.57$, $DT=1.2$) (Figura 12a).

El aumento del desplazamiento indicó el impacto del enriquecimiento. Se ha documentado, que en algunos reptiles arborícolas cautivos hay mayor uso del espacio cuando se alojan en exhibidores verticales, esto sucede para *Eublepharis macularius* (gecko leopardo) (Bashaw *et al.* 2016), y *Pantherophis guttatus* (serpiente del maíz) (Rose *et al.* 2014). Sin embargo, como en los demás tratamientos, su efecto es incierto.



Las letras diferentes (grupos) identifican las diferencias significativas entre tratamientos generales por comportamiento según prueba de comparaciones múltiples con ajuste de Bonferroni ($P \leq 0.05$)

Figura 12a. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por comportamiento según el “tratamiento general”.



Las letras diferentes (grupos) identifican las diferencias significativas entre tratamientos generales por comportamiento según prueba de comparaciones múltiples con ajuste de Bonferroni ($P \leq 0.05$)

Figura 12b. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por comportamiento según el “tratamiento general”.

No se encontró efecto significativo del tiempo invertido en relación con la combinación de período, condiciones generales y horario, sobre los comportamientos escalar, letargo, búsqueda activa, búsqueda pasiva, comer, defecar, exhibición básica, exhibición corporal y caer. Esto indica que los tratamientos generales no tuvieron efectos significativos en estos comportamientos.

La falta de incidencia de los tratamientos en el tiempo invertido en el comportamiento búsqueda pasiva y búsqueda activa, puede deberse a varias causas. La primera es la edad de los ejemplares del estudio (neonatos); pues se ha documentado que en iguanas verdes adultas en vida libre, la manifestación de estos comportamientos está asociada con la etapa reproductiva y el período de puesta de huevos, esta actividad se lleva a cabo con el objeto de conseguir información del medio, en casos de estrés, conflicto o inseguridad (Burghardt *et al.* 1986). En *Anolis carolinensis* (*Anolis* verde) también se ha reportado lo mismo (Greenberg 1985), y

adicionalmente, en *Dipsosaurus dorsalis* (iguana del desierto), se ha relacionado con respuesta las secreciones de las glándulas femorales propias y de congéneres (Cooper & Alberts 1991). La segunda causa, está relacionada con el grado de adaptación y exploración de los ejemplares. Para crías de *I. iguana* en vida libre, se han asociado estos comportamientos a reconocimiento de sustratos, objetos emergentes, aire o congéneres (Burghardt *et al.* 1977) y para adultos en cautiverio, se ha observado aumento de búsqueda activa, por cambio de recintos, este comportamiento se asocia a exploración, estrés o conflicto de motivación (Burghardt *et al.* 1986).

Que los tratamiento no hayan influenciado los comportamientos de letargo, escalar, comer, defecar, exhibición básica, exhibición corporal y caer, indican que las medias fueron estadísticamente similares en todos los tratamientos, es decir, no hubo incidencia del enriquecimiento en los mismos, y adicionalmente, que los individuos no se afectaron por la presencia humana, ya que como lo señala Hernandez-Divers (2001), la presencia humana incide en el aumento del tiempo de comportamientos en algunos reptiles.

7.1.4 Análisis específico del P2

Existe una relación altamente significativa del efecto de las “condiciones específicas de enriquecimiento, comportamientos, “herramienta implementada o semana de adición” y horario en P2 sobre el tiempo promedio que invirtieron las iguanas en todos los comportamientos ($R^2= 71.07$). De las estimaciones de las categorías del modelo, 20 que tienen un efecto significativo ($p \leq 0.05$), incluyendo el intercepto. Los horario 2 y 3, incrementan el tiempo de realización de los comportamientos significativamente. De igual manera, pero en menor escala, las herramientas A+B+E, y los comportamientos: dormir, descanso, alerta, sujeción, perchar, desplazamiento, búsqueda pasiva, comer, beber, acicalamiento, búsqueda activa, escalar, exhibición básica, exhibición corporal e interacción con límites, inciden positivamente en el tiempo de realización (Tabla III).

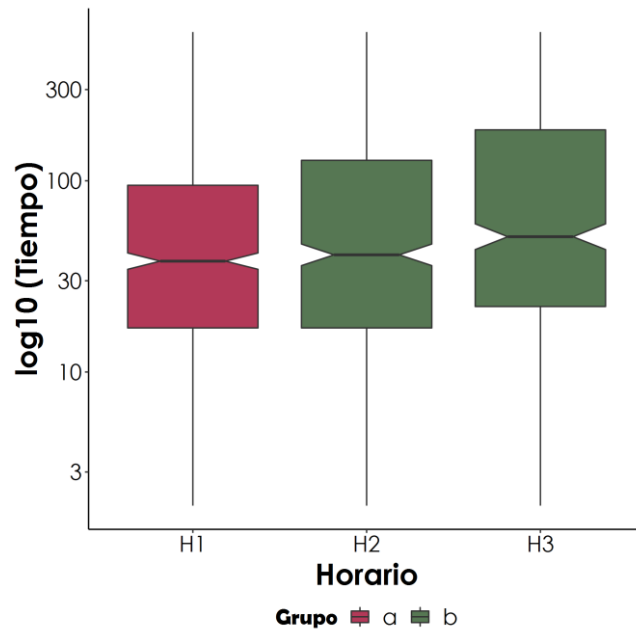
En las comparaciones posteriores no se encontraron diferencias entre las “condiciones específicas de enriquecimiento” y herramientas en el tiempo empleado ($p \geq 0.05$). Sin embargo, para la variable horario, el H1 ($M=45.53$, $DT=1.44$) se diferenció de H2 ($M=59$, $DT=1.44$) y H3 ($M=68.73$, $DT=1.44$) ($p \leq 0.05$). Se infiere, que en los horarios dos y tres, es decir, las observaciones realizadas entre 12:30-15:48 horas (H2) y 15:00 a 17:58 horas (H3), los comportamientos tienen una media superior (Figura 13).

Tabla III. Categorías significativas en modelo específico de P2 ($p \leq 0.05$).

Efectos fijos	Estimador ^a	Error estándar	IC al 95% ^b	
Intercepto	317.14	1.21	217.93	- 461.52
A+B+E	317.73	2.48	218.29	- 462.46
H2	319.02	3.57	219.37	- 464.02
H3	320.53	4.67	220.63	- 465.83
Dormir	321.14	5.84	221.07	- 466.66
Descanso	321.50	7.01	221.34	- 467.16
Alerta	321.83	8.18	221.58	- 467.61
Sujeción	322.25	9.35	221.89	- 468.18
Perchar	322.72	10.54	222.22	- 468.84
Defecar	322.82	12.80	222.24	- 469.33
Desplazamiento	322.90	14.06	222.29	- 469.46
Búsqueda pasiva	323.02	15.36	222.36	- 469.66
Comer	323.21	16.62	222.49	- 469.97
Beber	323.38	18.11	222.56	- 470.34
Acicalamiento	323.46	19.55	222.60	- 470.50
Búsqueda activa	323.58	20.80	222.68	- 470.69
Escalar	323.65	22.27	222.71	- 470.83
Exhibición básica	323.90	23.46	222.89	- 471.19
Exhibición corporal	324.17	24.71	223.06	- 471.62
Interacción con límites	324.24	26.07	223.10	- 471.75
<hr/>				
Efectos aleatorios	Varianza	Desviación estándar		
Tratamiento específico	1.00	1.00		
Temperatura	1.32	1.70		

^a Parámetros β_i del modelo estimado; ^b Intervalo de confianza al 95 % para los parámetros β_i , con la distribución t

Por otra parte, el modelo indicó que los efectos aleatorios, temperatura y “tratamiento específico de P2” incidieron en el tiempo promedio. El efecto de la temperatura, fue evidente en los horarios, donde el horario uno (H1) estuvo relacionado con temperatura promedio de 34.06 ± 1.60 , el horario dos (H2) con 30.09 ± 2.25 y el tres (H3) con 27.87 ± 1.81 (Tabla III, figura 14). De manera similar los “tratamientos específicos de P2”, teniendo en cuenta el horario, se vieron influenciados por la temperatura. La incidencia de la temperatura en los tiempos de realización de los comportamientos, puede estar relacionada con la sensibilidad térmica del rendimiento locomotor (e.g. Huey & Bennett 1987) (Tabla III, figura 15).



Las letras diferentes (grupos) identifican las diferencias significativas entre tratamientos generales por comportamiento según prueba de comparaciones múltiples con ajuste de Bonferroni ($P \leq 0.05$)

Figura 13. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica por horario.

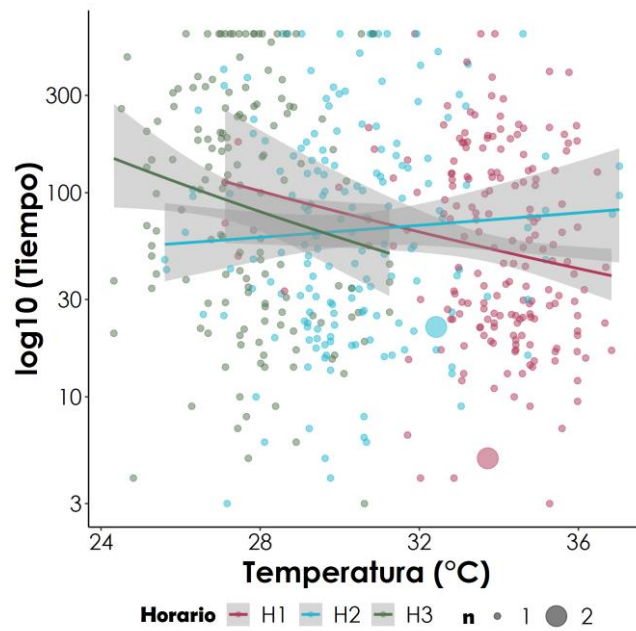


Figura 14. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica según la temperatura y el horario.

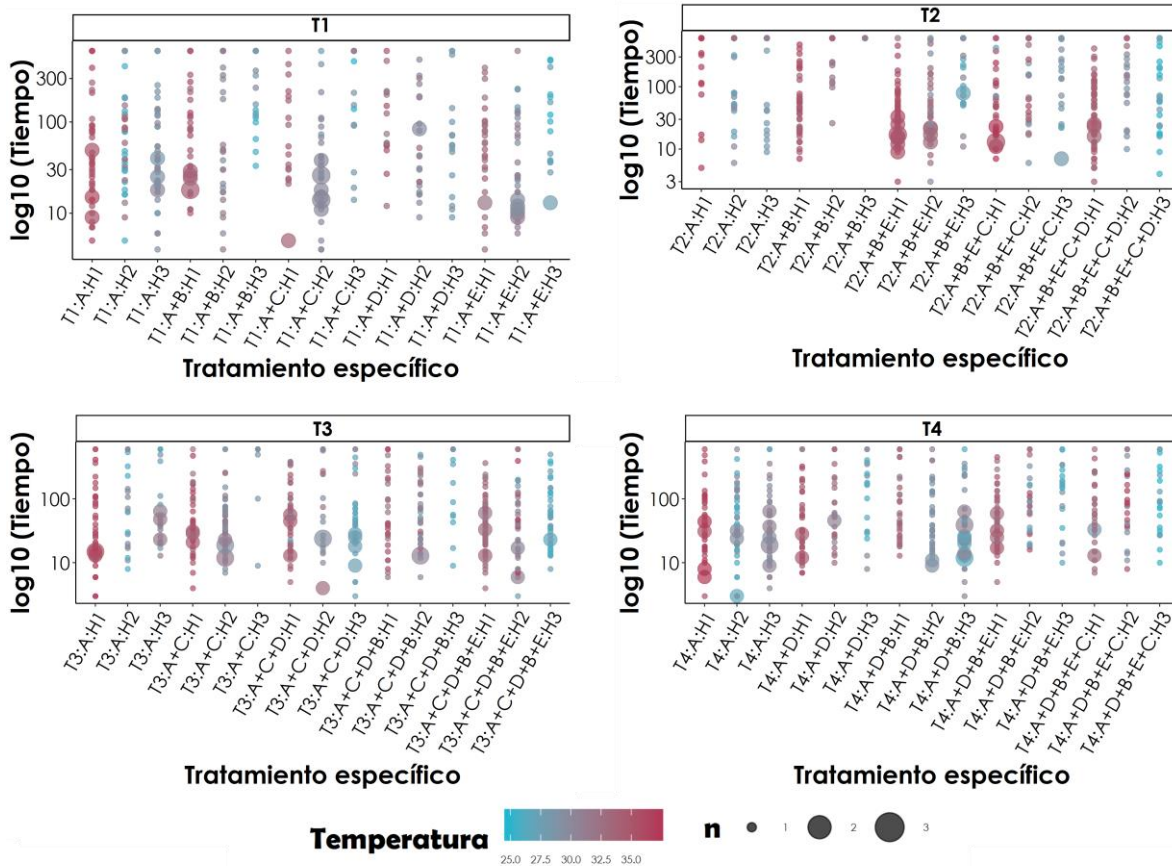


Figura 15. Tiempo promedio invertido en escala logarítmica según “tratamiento específico de P2” y temperatura.

Adicionalmente, el modelo mixto permite evidenciar, que en la observación comportamental de iguanas verdes neonatas es fundamental el registro en horarios dos y tres, es decir, de 12:30 a 17:58 horas. Además de señalar que es importante y básico considerar el registro de los comportamientos dormir, descanso, alerta, sujeción, perchar, desplazamiento, búsqueda pasiva, comer, beber, acalamiento, búsqueda activa, escalar, exhibición básica, exhibición corporal e interacción con límites. Este modelo, evidenció que dentro de unas características experimentales y teniendo en cuenta la temperatura, hay comportamientos que inciden en el aumento de medias generales, siendo esto consistente con lo planteado por Mason y colaboradores (2007), donde las evaluaciones globales permiten obtener información más detallada sobre el impacto en el bienestar animal. Además Watters y Meehan (2007), señalan que este tipo de evaluaciones es útil para conocer los tipos de comportamiento y personalidades, útiles en el diseño de programas de reintroducción.

Posteriormente en los ANDEVA individuales para analizar el efecto de la combinación de “condiciones específicas de enriquecimiento” y “herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”, además del horario sobre el tiempo promedio en los comportamientos presentados en P2, se obtuvieron tres casos; sin embargo, en ninguno se presentó interacción entre los factores. En el primer caso, se encontró efecto significativo ($p \leq 0.05$) en el tiempo promedio de los dos factores, es decir, de la combinación de “condiciones específicas de enriquecimiento” y “herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”, además del horario sobre el comportamiento alerta ($F_{(21, 276)} = 2.80, R^2=11.3$) (Anexo F).

En el segundo, solo la combinación de “condiciones específicas de enriquecimiento” y “herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento” tuvieron efecto significativo ($p \leq 0.05$). Esto sucedió para el tiempo promedio invertido en los comportamientos descanso ($F_{(21, 247)} = 1.83, R^2= 6.13$) y sujeción ($F_{(21, 26)} = 4.70, R^2= 21.67$). De otro modo, en el tercer caso, solo el horario tuvo efecto significativo sobre el tiempo invertido en el comportamiento escalar ($F_{(9, 85)} = 1.30, R^2= 2.79$) y no visible ($F_{(10, 25)} = 2.28, R^2= 26.76$) (Anexo F).

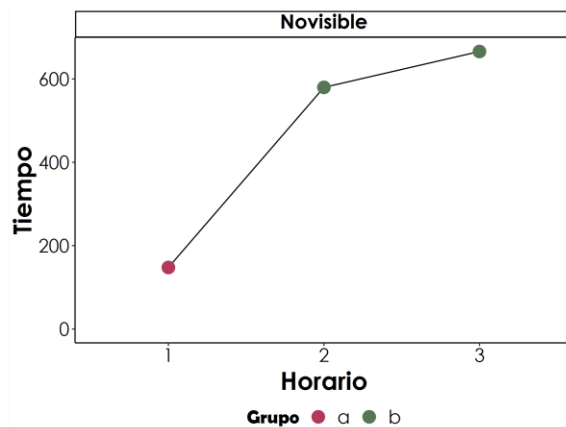
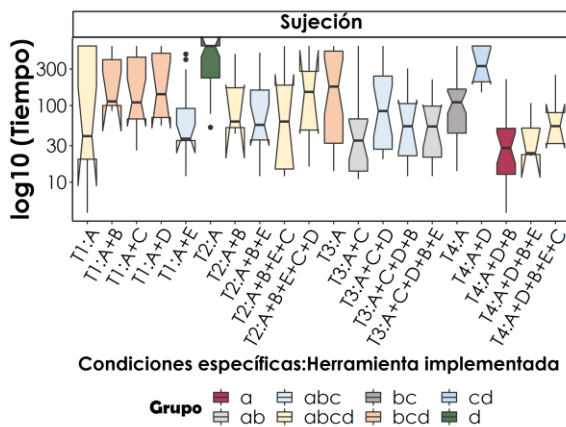
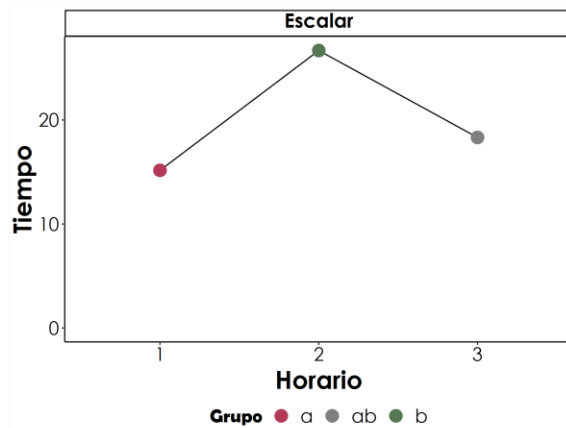
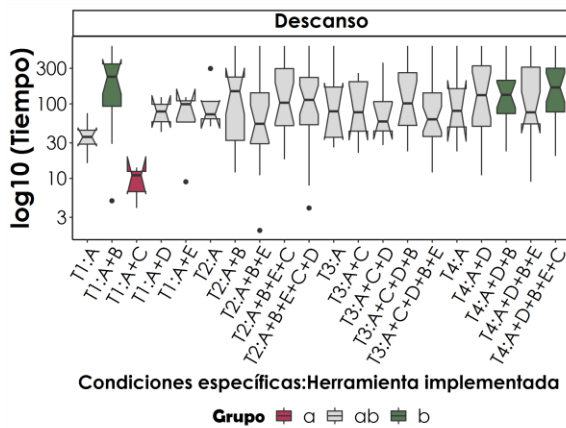
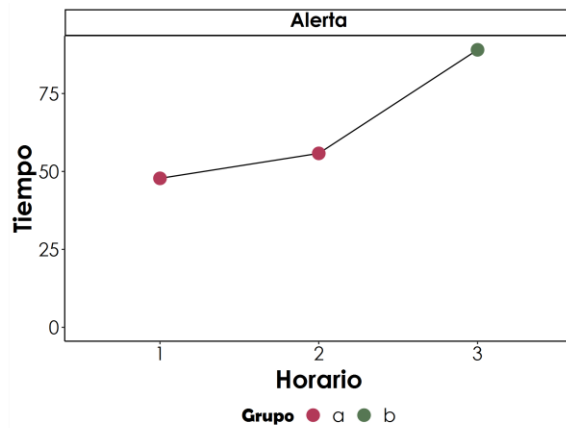
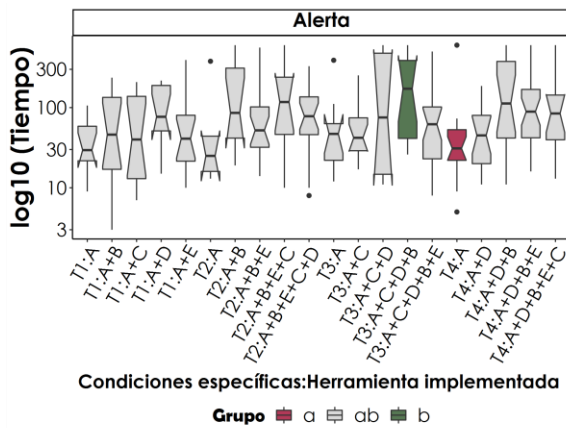
Posteriormente, en las comparaciones múltiples algunos factores se diferenciaron estadísticamente en cada comportamiento ($p \leq 0.05$). Para el comportamiento alerta se diferenciaron dos, con menor media de tiempo ($M=31.49, DT=1.29$) en el enriquecimiento aditivo 3, en la primera semana de adición, es decir, con el tamaño y diseño de exhibición (T4:A) y mayores media de tiempo ($M=144.81, DT=1.33$) en enriquecimiento aditivo 1, en la cuarta semana de adición con las herramientas: tamaño y diseño de exhibición, elementos para promover refugio, elementos para promover la búsqueda de alimentos y elementos para promover escalada, asoleo y zona de sombra. De igual manera, para este comportamiento, la mayor media estuvo en el horario 3 (15:00 a 17:58 horas) (Figura 16).

De la misma manera, en el comportamiento descanso se diferenciaron cuatro combinaciones de “condiciones específicas de enriquecimiento” y herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”. Con mayores medias en el enriquecimiento aditivo 3, en la semana tres ($M=135.99, DT=1.32$) con las herramientas: tamaño y diseño de exhibición, elementos para promover la búsqueda de alimentos y elementos para promover escalada, asoleo y zona de sombra (T4:A+D+B), y en la semana 5 ($M=163.07, DT=1.27$), donde además de las herramientas mencionadas se incluyeron: elementos para promover la exploración y elementos para promover refugio (T4:A+D+B). Adicionalmente, otra media mayor, fue para el enriquecimiento no aditivo, en la segunda semana de adición ($M=157.21, DT=1.34$), con las herramientas tamaño y diseño de exhibición, y elementos para promover escalada, asoleo y zona de sombra; aunque en contraste la menor media

se presentó en este mismo tratamiento, durante la tercera semana de adición ($M=8.72$, $DT=1.93$), con las herramientas tamaño y diseño de exhibición, y elementos para promover refugio (Figura 16).

Asimismo, para el comportamiento sujeción se diferenciaron dos combinaciones de “condiciones específicas de enriquecimiento” y herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”. Con mayores medias en el enriquecimiento aditivo 1, en la semana uno ($M=341.95$, $DT=1.28$) con las herramientas: tamaño y diseño de exhibición (T2:A); y con menor media, en el enriquecimiento aditivo 3 en la semana tres ($M=25.6$, $DT=1.28$), con las herramientas tamaño y diseño de exhibición, elementos para promover la búsqueda de alimentos y mencionadas se incluyeron: elementos para promover la exploración y elementos para promover la búsqueda de alimentos (T4:A+D+B) (Figura 16).

En los comportamientos donde el horario tuvo efecto significativo, coincidieron los horarios dos y tres con mayores medias; es decir, en el comportamiento escalar en horario dos ($M=26.68$, $DT=1.24$) y para no visible en el horario dos ($M=579.79$, $DT=1.4$) y tres ($M=665.87$, $DT=1.33$) (Figura 16).



Las letras diferentes (grupos) identifican las diferencias significativas entre tratamientos generales por comportamiento según prueba de comparaciones múltiples con ajuste de Bonferroni ($P \leq 0.05$)

Figura 16. Tiempo promedio invertido por comportamiento según “condiciones específicas de enriquecimiento”, herramienta implementada y horario cuando hubo un efecto significativo.

La diferenciación de dos combinaciones de “condiciones específicas de enriquecimiento” y “herramienta implementada o semana de adición de

enriquecimiento, que se dio en el comportamiento alerta, indica que la media más alta de tiempo en esa semanas de adición pudo tener algún estímulo negativo, que genero la respuesta. Sin embargo, se asocia a un evento aislado. Por otra parte, el horario tres, incide en las medias de tiempo para este comportamiento.

La diferencia estadística de medias en el comportamiento sujeción, es consistente con lo esperado, pues la mayor media se presentó cuando se implementó la herramienta A, es decir, el tamaño y diseño de exhibición. Pese a esto, según la comparación de las medias, esto no sucedió para todas las combinaciones posibles (T1:A, T3:A y T4:A).

Por otra parte, para los comportamientos escalar y no visible, al igual que para el modelo específico de P2, las medias de los horarios dos y tres, es decir, pasadas las 12 horas, tuvieron mayores duraciones. Esto posiblemente se encuentre asociado a la temperatura ambiental y por lo tanto a la corporal. Se han señalado para algunas especies de ectotermos que la temperatura corporal incide en los comportamientos. Por ejemplo, en *Thamnophis elegans* (serpiente de liga terrestre occidental), el arrastre por el piso y la natación en términos de velocidad presentan dependencia térmica, desarrollándose mejor en altas temperaturas corporales (Stevenson *et al.* 1985). De igual manera en *Mauremys reevesii* (tortuga de estanque china) la temperatura afecto el rendimiento en nado y locomoción terrestre (Xu *et al.* 2015). Asimismo, en *Plestiodon elegans* (esquisto de Shanghai) y *Plestiodon chinensis* (esquisto chino) el rendimiento locomotor demostró ser dependiente de la temperatura, de este modo a mayor temperatura mayor rendimiento (Du *et al.* 2007, Shu *et al.* 2010). Situación que pudo presentarse en neonatos de *I. iguana*, pero que no es posible confirmar.

Los comportamientos desplazamiento, dormir perchar, letargo búsqueda activa, búsqueda pasiva, acicalamiento, comer, exhibición básica, exhibición corporal, e interacción con límites, no mostraron diferencias significativas. Esto indica que la combinación de “condiciones específicas de enriquecimiento” y “herramienta implementada o semana de adición de enriquecimiento”, además del horario no tuvieron efectos significativos ($p>0.05$) en el tiempo invertido para esos comportamientos. Dicho de otro modo, las condiciones de enriquecimiento, en conjunto con las herramientas y horarios, no se diferenciaron entre ellas en P2.

A pesar de que se probaron varias formas de suministro de las herramientas de enriquecimiento para la especie *I. iguana*, de manera aditiva y no aditiva, esta variación no fue significativa. Aunque no hay reportes de este tipo de situación para reptiles, en un estudio realizado para el ave *Sturnus vulgaris* (estornino europeo), las repuestas al orden del enriquecimiento fueron diferentes, y esto se asoció a la experiencia previa del animal (Bateson & Matheson 2007). Por lo que se recomienda

para la iguana verde, ampliar este tipo de estudios, considerando los manejos previos para las unidades experimentales.

Algunos ANDEVAs no se pudieron realizar debido a las bajas frecuencias de los comportamientos ($n \leq 10$). Esto sucedió para los comportamientos letargo, defecar, defensa al medio, y caer, lo que sugiere que se presentaron aisladamente.

7.1.5 Observaciones sobre el indicador comportamiento

Si bien se probaron elementos en individuos neonatos y se obtuvieron repuestas, positivas, es necesario considerar que la edad puede causar diferencias en la eficacia del enriquecimiento como lo señala Tarou & Bashaw (2007). Aunque esta relación de edad y eficacia del enriquecimiento, solo se ha documentado en mamíferos como en *Ailuropoda melanoleuca* (panda gigante) (Swaigood *et al.* 2001), *Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella) (Eskelinen *et al.* 2015), calitrichidos de los géneros *Leontopithecus*, *Saguinus*, *Callithrix* (Kendal *et al.* 2005); y en el pez *Danio rerio* (pez cebra) (Manuel *et al.* 2015); donde de manera general, los individuos jóvenes son más activos frente al enriquecimiento. Por lo tanto, no es posible generalizar, si las herramientas evaluadas puedan causar efectos similares en individuos juveniles y adultos de *I. iguana*.

Se debe agregar, que la exposición a humanos puede provocar cambios comportamentales, en el caso de reptiles son reducidos los estudios. Para *Tiliqua rugosa* (escinco del desierto) en vida libre, se encontró que las actividades de los investigadores afectaron los períodos de actividad e inactividad de los individuos observados (Kerr *et al.* 2004). Homológamente para mamíferos en cautiverio, hay mayor cantidad de trabajos; que han sido diseñados para medir esta respuesta (cambios comportamentales por humanos). Para *Saimiri sciureus* (mono ardilla) se encontró que la presencia humana aumenta la frecuencia de rascado y algunos comportamientos sociales y sexuales, inhibe el comportamiento comer y no afecta el comportamiento beber (Candland *et al.* 1972).

De igual modo, en *Ursus americanus* (oso negro), se obtuvo que la presencia humana causaba cambios comportamentales, que con el tiempo disminuyen por posible habituación (Jordan & Burghardt 1986). Para *Papio spp.* (babuino) y *Macaca mulatta* (macaco Rhesus), se identificó que la presencia de personas afectaba de forma diferente a cada especie y sexo en comportamientos de manipulación y descanso (Iredale *et al.* 2010). Adicionalmente, de manera general en el modelo planteado y ejemplificado para varias especies por Hosey (2008), se señala que la respuesta comportamental en relación con los humanos, varía según taxón e interacciones previas. Por esto, aún cuando los ejemplares de *I. iguana* en este trabajo, estén acostumbrados a la presencia humana, es importante considerar que los resultados incluyeron esa fuente de variación.

7.2 Indicador ocupación del espacio

Durante el estudio se registró la ocupación de 19 lugares, de los 22 establecidos. En P1 y P3, el 63.24% y 68.54% respectivamente correspondieron a registros en piso. En P2, la mayor frecuencia de uso estuvo dado para los espacios correspondientes a la herramienta A con 68.83%, representados en gran medida por las categorías pared alta (21.59%) y piso (19.22%), seguido de la herramienta B con 27.75% (Figura 17) (Anexo G).

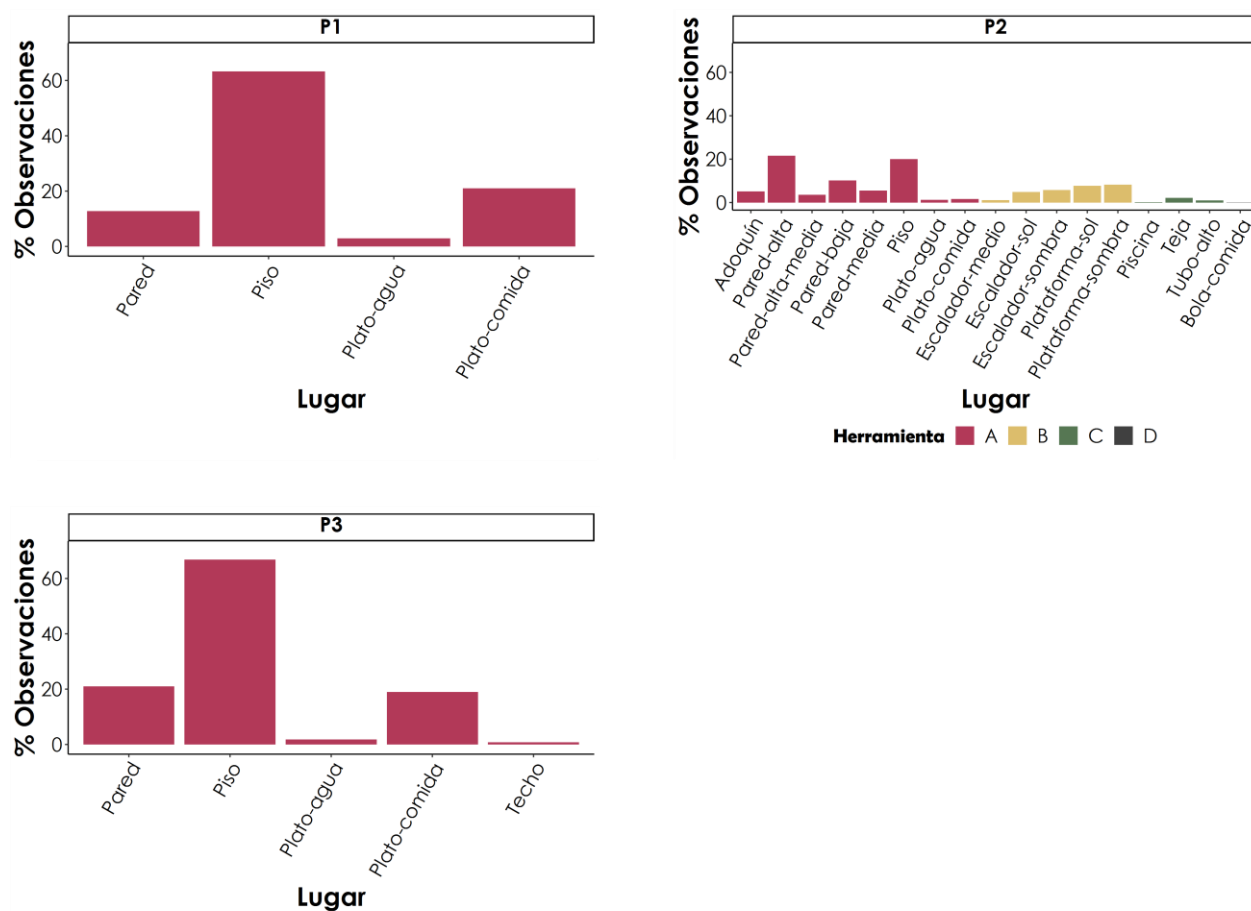


Figura 17. Porcentajes de ocupación de lugares por período.

Las mayor diversidad entre períodos ocurrió en P2 (2.70 bits/período). Adicionalmente, en P1 y P3 las categorías de lugar más diversas fueron piso (0.37 bits/lugar) y plato para comida (0.36 y 0.37 bits/lugar), mientras que en P2: pared media (0.23 bits/lugar), piso (0.22 bits/lugar), y pared alta media (0.22 bits/lugar) fueron las más diversas (0.2 bits/lugar) (Tabla IV).

Tabla IV. Resultados del índice H de Shanon-Weaver por lugar y período.

Lugar	Período		
	P1	P2	P3
Pared	0.29		0.31
Piso	0.37	0.22	0.37
Plato agua	0.31	0.13	0.21
Plato comida	0.36	0.13	0.37
Techo			0.17
Adoquín		0.20	
Bola comida		0.04	
Escalador medio		0.14	
Escalador sol		0.18	
Escalador sombra		0.16	
Pared alta		0.17	
Pared alta media		0.22	
Pared baja		0.20	
Pared media		0.23	
Piscina		0.06	
Plataforma sol		0.21	
Plataforma sombra		0.20	
Teja		0.16	
Tubo alto		0.06	
Total	1.33	2.70	1.42

El lugar más ocupado y con mayor diversidad conductual, según el índice H Shanon-Weaver, fue diferente entre los períodos. En los períodos P1 y P3, el piso fue el lugar de mayor uso y diversidad conductual. En contraste, en el período enriquecido (P2), el piso estuvo en segundo lugar, y solo fue superado e igualado por el uso de la pared, en las categorías “pared media” y “pared alta media” respectivamente.

De los porcentajes de uso y la diversidad conductual se puede inferir, que ejemplares alojados en exhibidores de dimensiones horizontales (45cm x 45cm x 45 cm, usadas en P1 y P3), con espacio potencial para usar de 0.03 m³/individuo, están propensos a restringir su repertorio conductual, y a emplear espacios horizontales (piso). En oposición, cuando son empleados alojamientos de dimensiones verticales (1m x 1m x1.5m, usados en P2), con espacio potencia para usar de 0.5m³/individuo, donde ejemplares ocuparon en mayor grado espacios verticales y aumentaron la diversidad conductual de manera general, este tipo de exhibición es más apropiado para reptiles arborícolas.

Pese a lo anterior, no es posible tener certeza del tamaño apropiado para que un ejemplar neonato exprese completamente su repertorio conductual. Respecto al tamaño de los exhibidores en P1 y P3, los ejemplares dispusieron de 0.067m²/individuo y en P2 de 0.33 m²/individuo. En ninguna de estas densidades se

estuvo incumpliendo con lo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para ejemplares juveniles de iguana verde (pues no poseen referencias para neonatos) 0.017 m²/individuo (Peters 1993). Adicionalmente, en trabajos de crianza de la especie, se señalan espacios de 0.03 m²/individuo para neonatos (Pérez 1994), sin embargo, en vida libre la densidad más alta para esta grupo etario ha sido 222.22 m²/individuo (Dugan 1982). Teniendo en cuenta esta situación, es adecuado que en futuras investigaciones se incluyan diferentes variaciones espaciales.

7.2.1 Lugares y herramientas no ocupadas

Algunos de los elementos de las herramientas no tuvieron registros de ocupación, estos fueron: “tubo bajo”, “cuerdas” y “palo de olor”. La falta de registros puede explicarse, porque los elementos no fueron apropiados o causaron temor. En cuanto a lo apropiado, cada uno de estos elementos, previamente fue incluido porque cumplía con las características de elemento de enriquecimiento y había sido usado en el taxón de manera empírica y/o científica. Pese a lo anterior, no puede descartarse que neonatos de *I. iguana* puedan presentar neofobia, como se ha señalado en otros lagartos (e.g. Ortega *et al.* 2017, Walsh *et al.* 2018).

Específicamente para la herramienta de enriquecimiento olfatorio (herramienta E), no fue posible observar contacto directo con el “palo de olor”. Sin embargo, la inclusión de este elemento sí pudo influir en el comportamiento exploratorio, como se ha señalado teóricamente para la familia Iguanidae (e.g. Burghardt 1980). Adicionalmente, aunque se tuvieron en cuenta aspectos sobre el enriquecimiento olfativo en zoológicos, como la presentación, acumulación de olor, posibles efectos negativos en la salud (Clark & King 2008), además de los estudios previos en *Eublepharis macularius* gecko leopardo (Bashaw *et al.* 2016), y *Varanus komodoensis* (dragón de Komodo) (Kuppert 2013). Por lo cual, se recomienda realizar más experimentos, para conocer olores relevantes en *I. iguana*.

7.2.2 Análisis de correspondencia múltiple por período

Los ACMs permitieron la reducción de las categorías de las variables. Para P1 las 19 categorías se condensaron en 17 ejes; el uno y dos explican el 19.95% de la inercia total de la asociación entre las categorías. En P2, la reducción fue de 38 categorías de las variables a 35 ejes. El uno y dos explican el 13.41 % de la inercia total de la asociación entre las categorías. Continuando con P3, de las 20 categorías se redujeron a 18. Los ejes uno y dos explican el 20.77% de la inercia total de la asociación entre las categorías.

Las variables estuvieron adecuadamente representadas en los dos ejes en cada análisis, con mayor porcentaje de calidad de representación (\cos^2) la variable lugar en los tres períodos, con porcentajes que fluctuaron entre 78.91% a 95.18%. Sin embargo, la representación de la variable comportamiento en el eje 2 para P2 fue 40.67% (Figura 18).

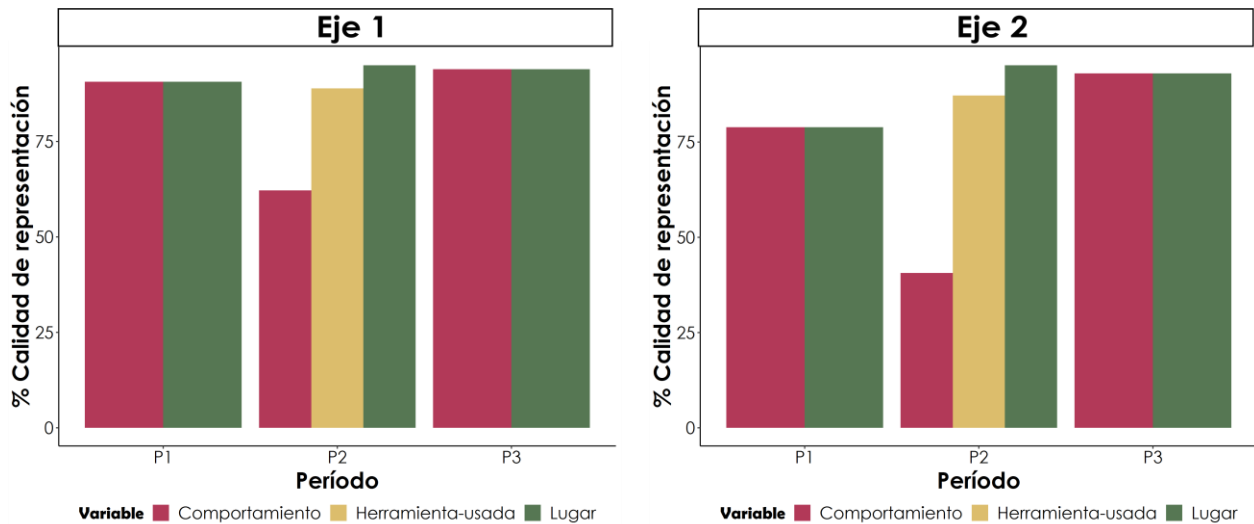


Figura 18. Calidad de representación de las variables por período en los ejes uno y dos de los ACMs.

7.2.2.1 Elipses de confianza por comportamiento exhibido y uso del espacio

7.2.2.1.1 Lugar

Las categorías de la variable lugar se dispersaron heterogéneamente en relación con el comportamiento y herramienta usada, y se diferenciaron en los tres períodos. En P1, plato para agua y pared, presentaron mayor dispersión. En cambio, piso y plato para comida presentaron menor dispersión. Se diferencian dos grupos, el primero relacionado con la media de los registros del espacio conformado por piso, plato para agua y plato para comida, y el segundo con menos registros y mayor dispersión, donde se ubica la categoría pared (Figura 19). En P2 y P3, las categorías de la variable se dispersaron de manera aleatoria sin distinción de elipses de confianza en el plano factorial. De lo que se puede inferir que la variabilidad fue mayor, es decir, cada registro fue diferente para las variables comportamiento y herramienta usada en P2, y para comportamiento en P3, lo que indica diferencias entre las categorías.

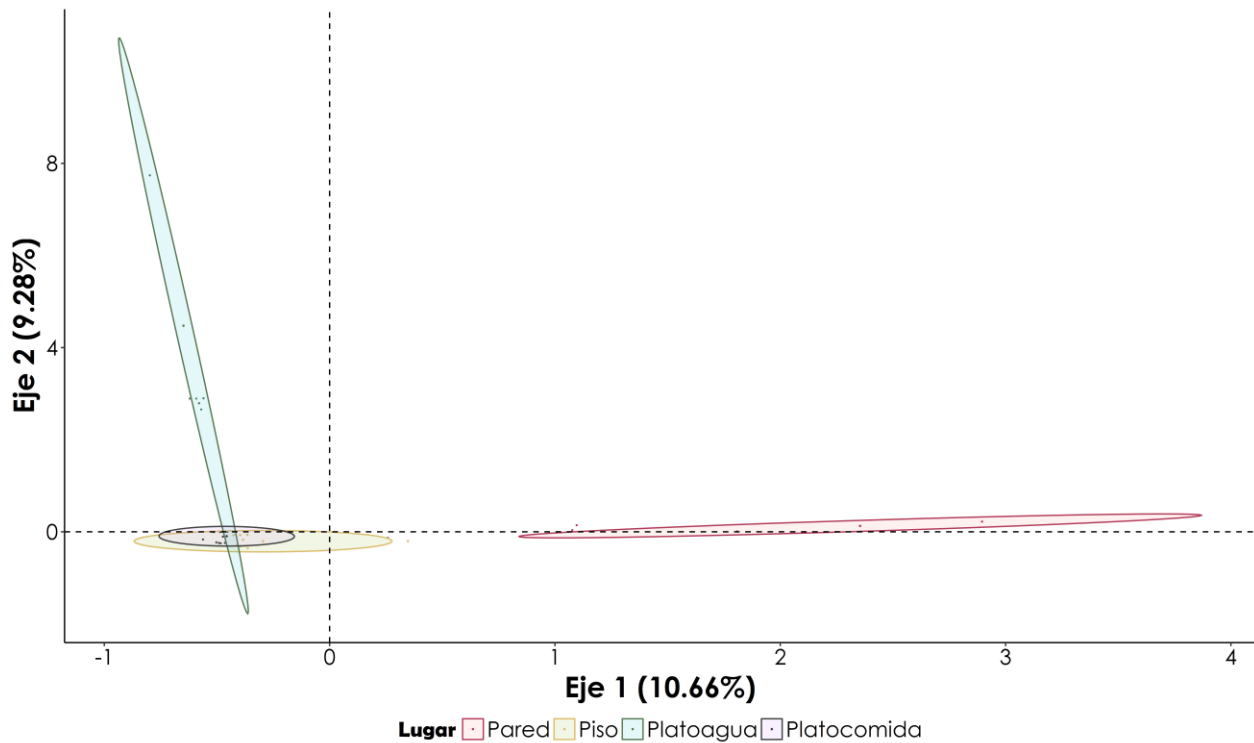


Figura 19. Elipses de confianza al 95% para las categorías de espacio en P1.

7.2.2.1.2 Comportamiento

Las elipses de confianza de las categorías de la variable comportamiento, para P1 y P3, no se generaron debido a la gran dispersión de los registros. Se infiere que en P1 y P3, las categorías de la variable se dispersaron sin distinción de categorías en el plano factorial, por lo tanto, la variabilidad fue mayor, es decir, cada registro fue diferente para las variables lugar y comportamiento.

A su vez, en P2 la dispersión, aunque aleatoria, conservó características similares, lo que permitió la agrupación por elipses. La alta dispersión de los comportamientos no visible, búsqueda activa y descanso, indican que cada registro fue diferente para las variables lugar y herramienta usada (las elipses de estos comportamientos fueron amplias). Por otra parte, beber y exhibición corporal fueron los comportamientos con menor dispersión, esto indica que estos comportamientos coincidieron en el lugar y herramienta usada en los respectivos registros (Figura 20).

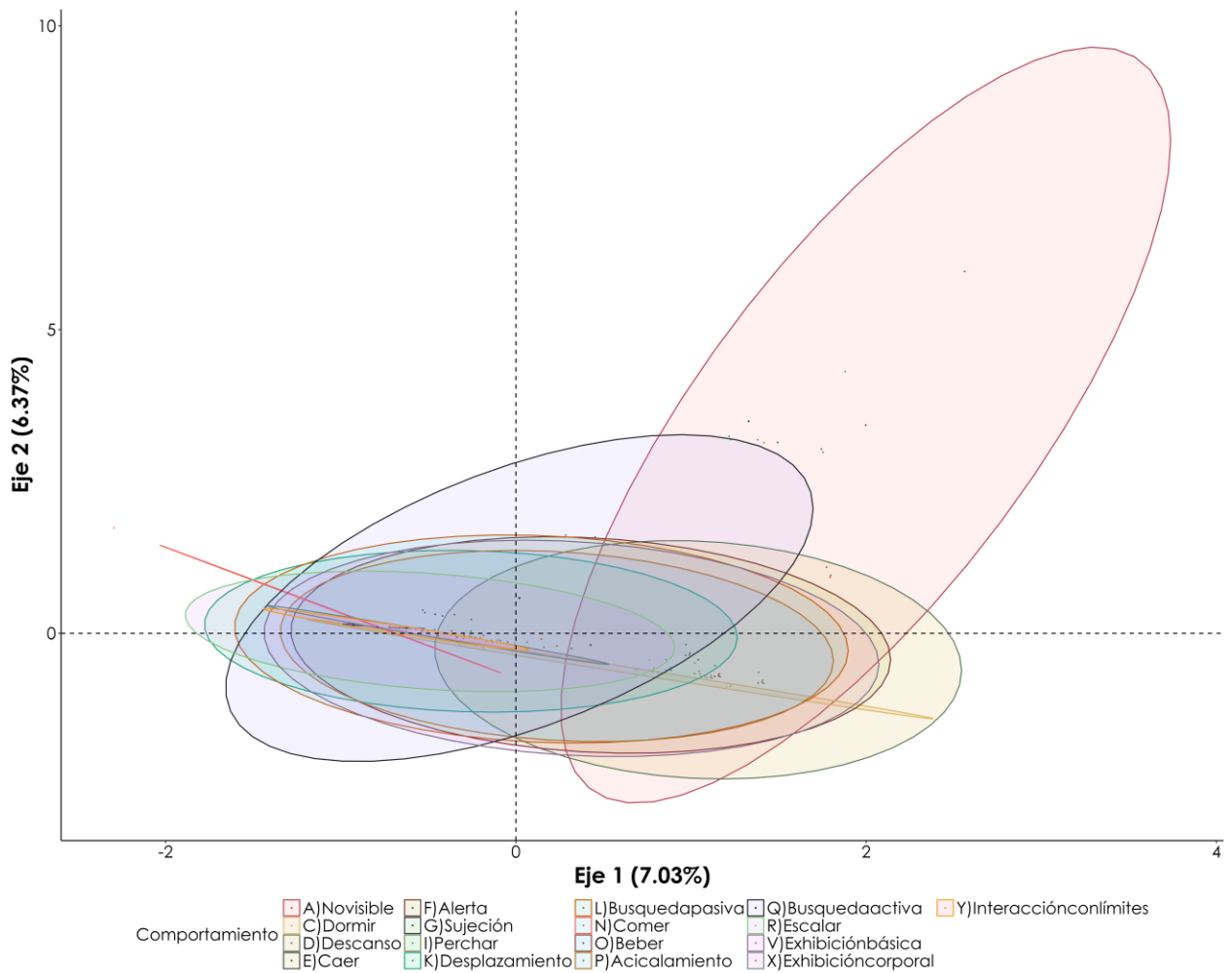


Figura 20. Elipses de confianza al 95% para las categorías de comportamiento en P2.

7.2.2.2 Herramienta usada

Los datos registrados comprueban la distribución acumulada para cada una de las herramientas, evidenciando la heterogeneidad y diferenciación. Con mayor dispersión, pero con menos registros, se encontró la herramienta C, seguida de la herramienta B. Finalmente, la menor dispersión y mayor cantidad de registros fue la herramienta A (Figura 21). A partir de las elipses de confianza para esta variable, se infiere que el uso de la herramienta A durante P2, fue constante y elevada, en contraste con la herramienta C, que se usó en menor cantidad de ocasiones, y cada registro fue singular para las demás variables (comportamiento y lugar).

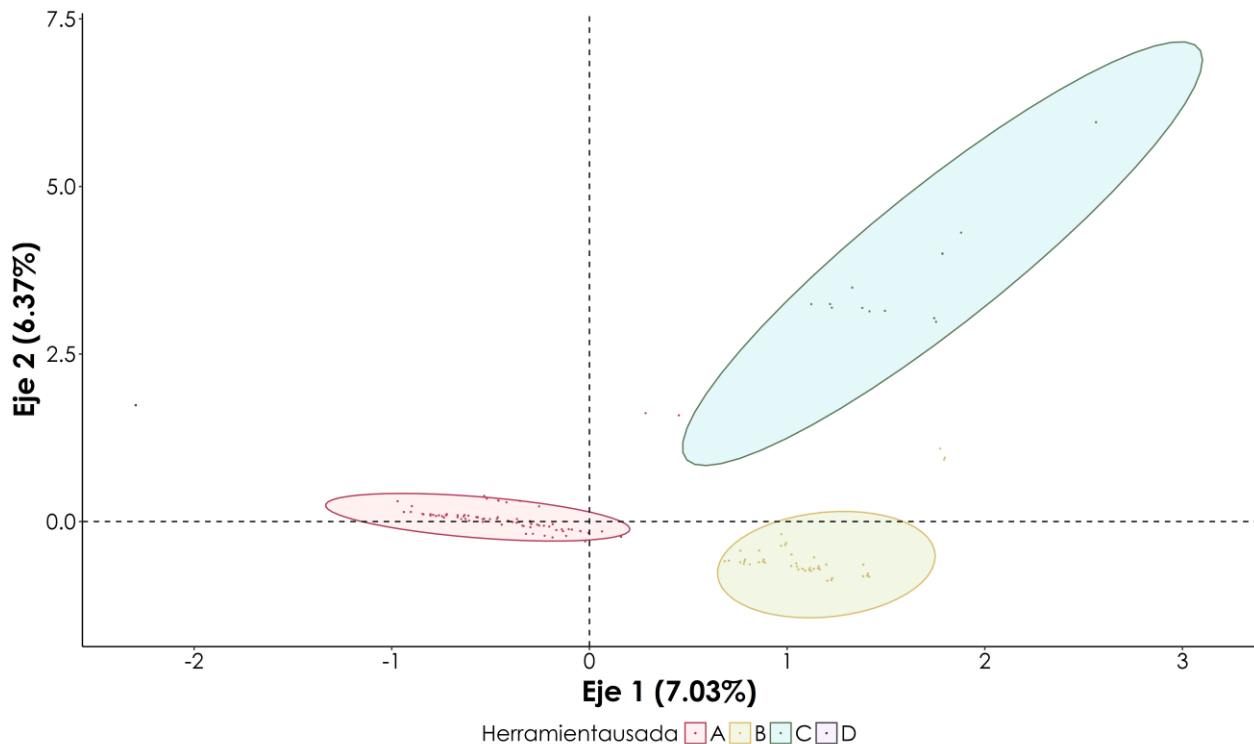


Figura 21. Elipses de confianza al 95% para las categorías de herramienta usada en P2.

La alta diversidad de comportamientos presentada para la herramienta A (Tabla IV), además de la mayor frecuencia de uso y menor dispersión (Figura 21), sugiere que el uso de exhibidores verticales puede ser exitoso para iguana verde neonata. Esto puede estar relacionado con que algunos reptiles arborícolas en cautiverio hacen mayor uso de los espacios verticales, como *Eublepharis macularius* (gecko leopardo) (Bashaw *et al.* 2016), *Pantherophis guttatus* (serpiente del maíz) (Rose *et al.* 2014).

La herramienta que estuvo en segundo lugar de uso fueron plataformas o herramienta B (Figura 21). El uso de este tipo de estructuras se relacionó con la diversidad conductual que se puede presentar en reptiles arbóreos. En este estudio, las actividades que se realizaron en ellas fueron acicalamiento, alerta, búsqueda activa y pasiva, defensa al medio, descanso, desplazamiento, dormir, escalar, exhibición básica, exhibición corporal, interacción con límites y no visible. El uso de esta herramienta para esos comportamientos, puede relacionarse con comunicación intraespecífica a través de las heces, como se ha documentado en *Lacerta cyreni* (lagartija carpetana) (López *et al.* 1998, Martín & López 2013), y lugares de retiro individual en el caso de *Cyclura cychlura inornata* (iguana Allen Cays) (Knapp 2000).

La herramienta C, estuvo en tercer lugar de uso pero tuvo amplia variación en los registros de lugar y comportamiento (Figura 21). Se ha documentado que espacios

con agua permiten el comportamiento ocultación (no visible) para la especie (Swanson 1950), además de usarse para comportamientos como sumergir y nadar (Greene *et al.* 1978); que efectivamente se presentaron en este estudio pero con una frecuencia baja. Por otra parte, el “tubo alto” demostró ser útil en la promoción de comportamientos como “no visible” y descanso”. Adicionalmente, aunque el elemento “teja” se dispuso para facilitar el acceso a la “piscina”, en él se presentaron más comportamientos que solo locomoción básica.

Finalmente, la herramienta D, que no posee elipses de confianza, presentó uso restringido (Figura 21). A pesar de que en el diseño de la herramienta D, cumplía con los rasgos de un elemento estimulante y una buena dieta, por lo tanto, se tuvo en cuenta características recomendadas para alimentación de animales cautivos como, color, sabor, tamaño y forma (Dierenfeld 1996). El primer aspecto que se contempló fue el color, basado en las características potenciales de tetracromía de los reptiles escamados (e.g. Stoehr & McGraw 2001, Bowmaker 2008) y el papel de selección de alimento a través de la visión, que se ha documentado para algunos lagartos, como *Sauromalus ater* (chuckwalla) (Mayhew 1963), *Anolis carolinensis* (anolis verde) y *Plestiodon fasciatus* (eslizón alineado común) (Burghardt 1964). Pese a esto, no se obtuvo la respuesta esperada. No se registró mayor interacción con el enriquecimiento, por lo tanto, no fue posible profundizar sobre preferencias alimenticias o de color.

Otro aspecto revisado fue la variabilidad de elementos de la dieta, teniendo en cuenta el sabor, tamaño y forma. La inclusión de diversos alimentos se aplicó como medida preventiva, para evitar la habituación (disminución de la respuesta exploratoria por estimulación repetida) (Harris 1943), a través de la implementación de elementos heterogéneos (Tarou & Bashaw 2007), es decir, varios reforzadores externos para promover el comportamiento de forrajeo. Los reforzadores externos, incluyeron variedad de frutas y verduras. De esta manera, aunque se han realizado experimentos donde se incluyen estos alimentos en la dieta de la especie. Por ejemplo, zanahoria (Boyer 1991, Donoghue *et al.* 1998, Bogoslavsky 2000, Deen & Hutchison, 2001, Salb *et al.* 2007), manzana (Boyer 1991, Donoghue *et al.* 1998, Bogoslavsky 2000 y Deen & Hutchison 2001), lechuga romana (Kline 1981, Boyer 1991, Donoghue *et al.* 1998, Bogoslavsky 2000 y Deen & Hutchison 2001), espinaca (Kline 1981, Boyer 1991, Bogoslavsky 2000, Deen & Hutchison 2001 y Salb *et al.* 2007), mandarina y apio (Bogoslavsky 2000), durazno y pera (Boyer 1991 y Bogoslavsky 2000); dichos estudios no hablan de preferencias, solo se refieren al aporte nutricional, evaluación de la temperatura en el proceso digestivo o dietas sugeridas, entre otros.

De esta manera, la baja respuesta a esta herramienta se puede abordar, desde diferentes perspectivas. Conductualmente, existe un fenómeno en el cual individuos neonatos expuestos a ciertas condiciones alimenticias, adquieren información y establecen futuras preferencias alimentarias, dicho evento se conoce como impronta

(Healy 2006); y para el caso “*food imprinting*”. Este fenómeno se ha caracterizado para algunos reptiles (e.g. Desfilis & Font 2002), y para lagartos escamados como *Salvator merianae* (lagarto overo) en condiciones de cautiverio (Cruzneto & Andrade 1993) y *Podarcis hispanicus* (lagartija ibérica) (Desfilis *et al.* 2003). Entonces para el caso de la iguana verde del experimento, aunque no esté documentado este fenómeno, se puede asociar a la impronta, ya que los individuos son mantenidos desde su nacimiento con alimento balanceado concentrado. Asimismo, desde el ángulo nutricional, otra posible causa del bajo consumo de los alimentos presentados en el enriquecimiento, es la preferencia de iguanas neonatas por alimento rico en proteína y bajo en fibra, reportado para ejemplares de 6 semanas de edad mantenidos en cautiverio (Garza Castro 2008) y para juveniles (Troyer 1984), situación que se pudo presentar.

Para mejorar e incrementar la respuesta a la “bola de alimento”, además de incluir mayor variedad de alimentos, sería oportuno cambiar el sitio de ubicación, y retirarla por ciertos tiempos, esperando de esta manera que se recupere la respuesta al enriquecimiento (recuperación espontánea) (Tarou & Bashaw 2007). En este sentido, resultaría útil tener en cuenta las metodologías planteadas para algunas tortugas, donde se evalúan las preferencias alimentarias como medida de enriquecimiento (e.g. Pellitteri-Rosa *et al.* 2010, Mehrkam & Dorey 2014, Passos *et al.* 2014 y Spiezio *et al.* 2017).

7.2.2.3 Perfiles conductuales

Al analizar las variables en conjunto, es decir, mediante los planos factoriales de los tres períodos, individualmente se diferenciaron, pues la asociación entre las variables comportamiento y lugar no fue constante. Adicionalmente, las inercias de los ejes uno y dos variaron en el número de categorías con mayor contribución. En P1 fueron 13, en P2 un total de 31, y en P3 con 17 categorías (Tabla V). Pese a esto, se distinguieron tres asociaciones, que se consideraron perfiles conductuales (Figura 22, 23, 24, 25 y 26).

7.2.2.3.1 Eje uno del plano factorial

Las categorías pared, piso, plato para comida, alerta (F), descanso (D), desplazamiento (K), escalar (R), sujeción (G) e interacción con límites (Y), tuvieron una contribución acumulada de 97.30%, es decir, determinaron el eje uno en P1 (Tabla V, Figura 22).

En P2, las categorías que determinaron el eje uno, fueron piso, escalador sol, escalador sombra, pared alta, pared baja, plataforma sol, plataforma sombra, teja, tubo alto, alerta (F), descanso (D), sujeción (G), interacción con límites (Y), no visible (A), herramienta A, herramienta B, y herramienta C, con una contribución acumulada de 92.11% (Tabla V, Figura 22).

Adicionalmente, en P3 las categorías pared, plato para agua, escalar (R), sujeción (G) y beber (O), tuvieron una contribución acumulada de 98.47%, es decir, determinaron el eje uno. De manera general, se observa que en el eje uno, coincidieron elementos determinantes entre períodos. Entre P1 y P2: piso, descanso (D), alerta (F), e interacción con límites (Y). Entre P1 y P3: pared, escalar (R); y entre los tres períodos (P1, P2 y P3), sujeción (G) (Tabla V, Figura 22).

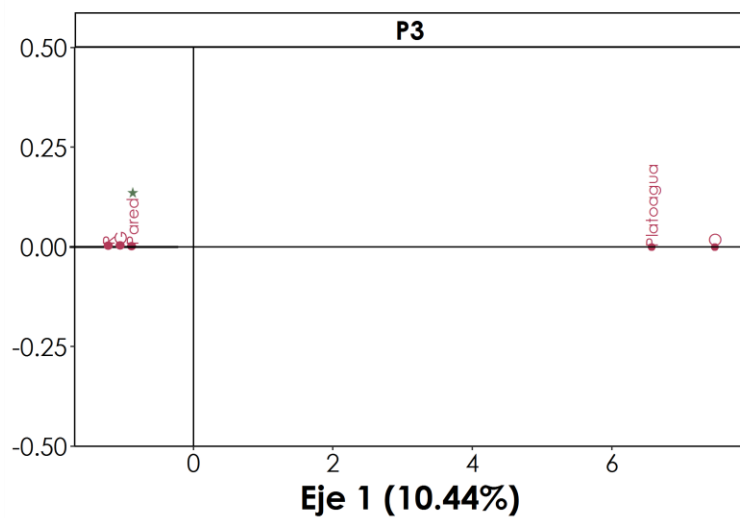
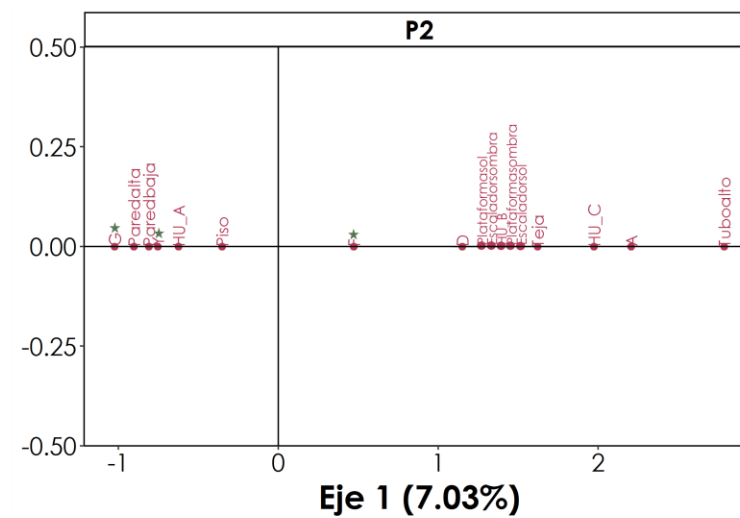
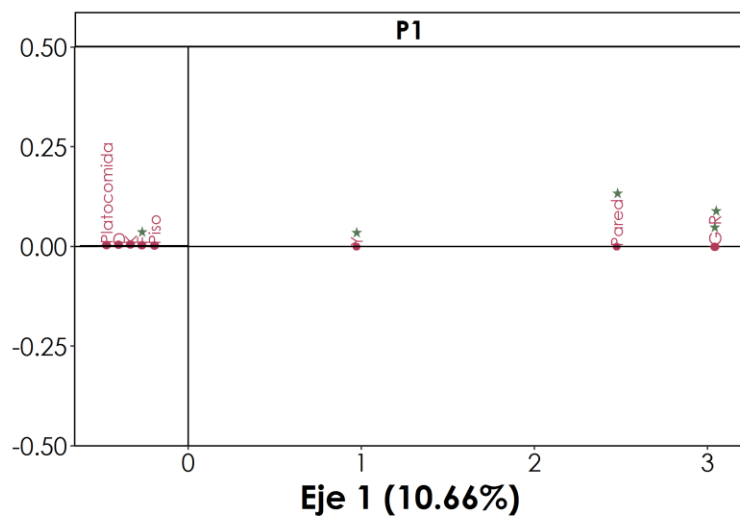
7.2.2.3.2 Eje dos del plano factorial

Las categorías piso, plato para agua, desplazamiento (K) y beber (O), tuvieron una contribución acumulada de 99.54%, es decir, determinaron el eje dos (Tabla V, Figura 23).

Las categorías escalador sol, piscina, plataforma sol, plataforma sombra, teja, tubo alto, descanso (D), no visible (A), herramienta B, y herramienta C, tuvieron una contribución acumulada de 95.70%, es decir, determinaron el eje dos (Tabla V, Figura 23).

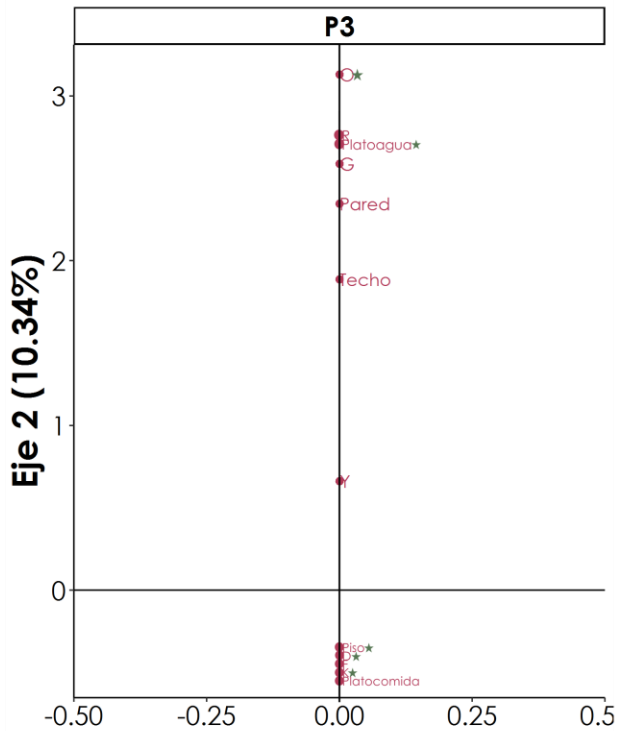
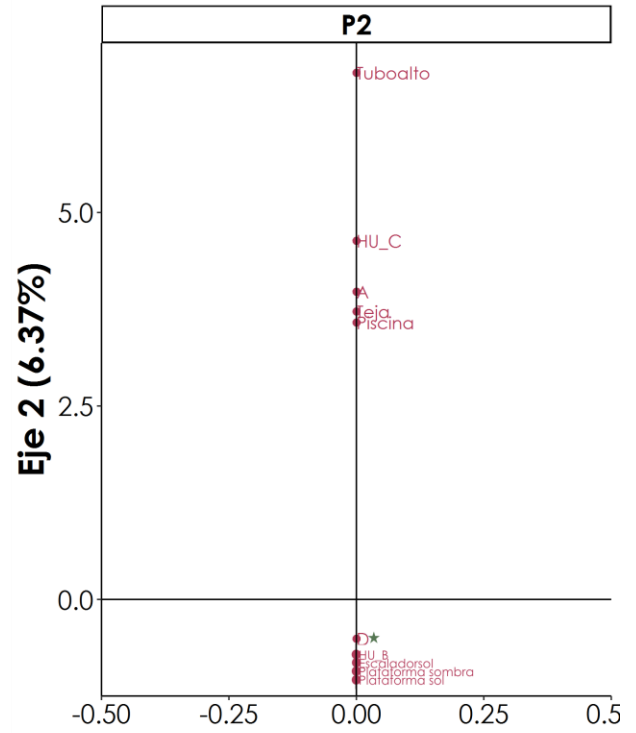
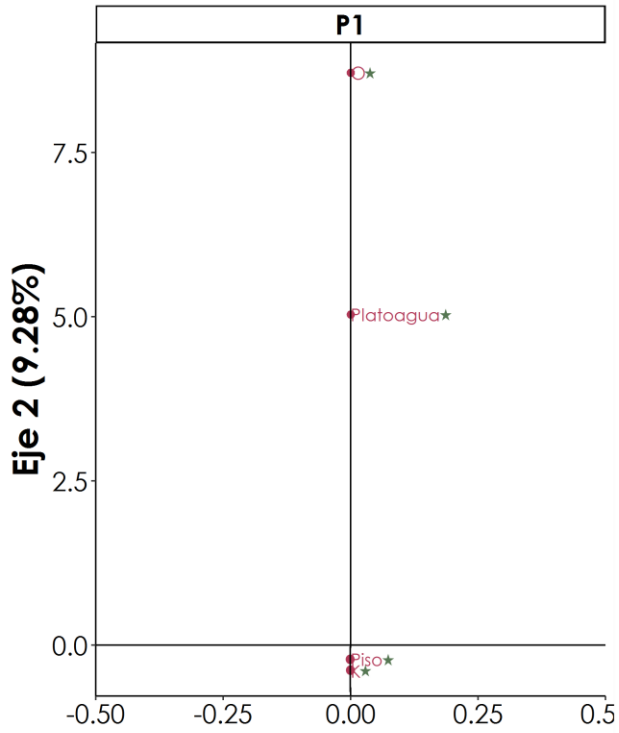
Las categorías pared, piso, plato para agua, plato para comida, techo, alerta (F), descanso (D), desplazamiento (K), escalar (R), sujeción (G), beber (O) e interacción con límites (Y), tuvieron una contribución acumulada de 97.20%, es decir, determinaron el eje dos (Tabla V, Figura 23).

De manera general, se observa que en el eje dos, coincidieron elementos determinantes entre períodos. Entre P1 y P3: piso, plato para agua, desplazar (K) y beber (O); y entre los P2 y P3: descanso (D) (Tabla V, Figura 22).



Estrella verde indica elementos comunes entre períodos.

Figura 22. Conformación del eje 1 según contribuciones absolutas de categoría.



Estrella verde indica elementos comunes entre períodos.

Figura 23. Conformación del eje 2 según contribuciones absolutas de categoría.

Tabla V. Inercias de las categorías por período de los ACMs.

	Categorías	P1		P2		P3	
		Eje				1	2
		1	2	1	2		
Lugar	Pared	43.22	0.17	-	-	7.60	34.13
	Piso	3.35	2.10	1.01	0.02	0.00	4.88
	Plato agua	0.76	47.57	0.22	0.00	41.96	7.13
	Plato comida	2.66	0.16	0.46	0.04	0.04	2.26
	Techo	-	-	-	-	0.39	1.62
	Adoquín	-	-	0.02	0.06	-	-
	Bola comida	-	-	0.29	0.20	-	-
	Escalador medio	-	-	0.88	0.40	-	-
	Escalador sol	-	-	3.63	1.26	-	-
	Escalador sombra	-	-	3.93	0.45	-	-
	Pared alta	-	-	7.17	0.16	-	-
	Pared alta media	-	-	0.42	0.00	-	-
	Pared baja	-	-	2.71	0.08	-	-
	Pared media	-	-	0.95	0.01	-	-
	Piscina	-	-	0.24	1.26	-	-
	Plataforma sol	-	-	5.21	2.56	-	-
	Plataforma sombra	-	-	6.10	2.60	-	-
	Teja	-	-	2.23	12.98	-	-
	Tubo alto	-	-	3.13	20.57	-	-
	Comportamientos	F Alerta	1.46	0.14	1.48	0.36	0.04
D Descanso		2.57	0.10	7.94	1.69	0.13	1.83
I Perchar		-	-	0.72	0.01	-	-
B Letargo		0.11	0.07	-	-	-	-
C Dormir		0.23	0.10	0.68	0.81	0.00	0.73
K Desplazamiento		2.00	1.43	0.64	0.01	0.00	1.41
R Escalar		14.37	0.11	0.62	0.00	3.36	15.73
G Sujeción		20.84	0.16	6.60	0.19	3.74	17.19
Q Búsqueda activa		-	-	0.00	0.78	0.00	0.06
L Búsqueda pasiva		0.31	0.02	0.02	0.01	0.00	0.20
P Acicalamiento		0.23	0.13	0.06	0.06	0.00	0.35
N Comer		0.16	0.02	0.76	0.13	0.00	0.09
O Beber		0.38	47.45	0.22	0.00	41.81	7.40
J Defecar		0.05	0.06	-	-	0.00	0.07
V Exhibición básica		0.03	0.04	0.15	0.11	0.00	0.84
X Exhibición corporal		0.45	0.02	0.14	0.00	-	-
H Defensa al medio		-	-	-	-	0.00	0.46
Y Interacción con límites	6.82	0.14	1.21	0.01	0.91	2.15	
A No visible	-	-	3.92	14.04	-	-	
E Caer	-	-	0.11	0.00	-	-	
Herramienta usada	A	--	--	10.89	0.17	--	--
	B	--	--	19.74	6.90	--	--
	C	--	--	5.22	31.83	--	--
	D	--	--	0.29	0.20	--	--

Nota: Las categorías en negritas son las que tuvieron la mayor inercia. El símbolo “ - ” indica que no se registró la categoría en ese período y el símbolo “ - - ” indica que no se usó la variable en el ACM.

En los tres períodos se diferenciaron tres grupos de asociaciones o perfiles conductuales (Tabla VI). En P1, la primera que se encontró en el cuadrante I y II donde el espacio pared (con inercia 43.22), se relacionó en mayor grado con los comportamientos escalar (R) y sujeción (G), y en menor grado con interacción con límites (Y). El segundo grupo, ubicado en el cuadrante II, III y IV contribuyó con el eje 2. Las categorías piso y plato para comida, se encontraron asociadas con acicalamiento (P), desplazamiento (K), búsqueda pasiva (L), defecar (J), exhibición básica (V), exhibición corporal (X), comer (N), alerta (F), Letargo (B), dormir (C) y descanso (D). Este grupo, representa el uso del espacio común en este período. El último grupo en el cuadrante IV, donde el plato para agua se asoció a beber (O) (Tabla VI, Figura 24).

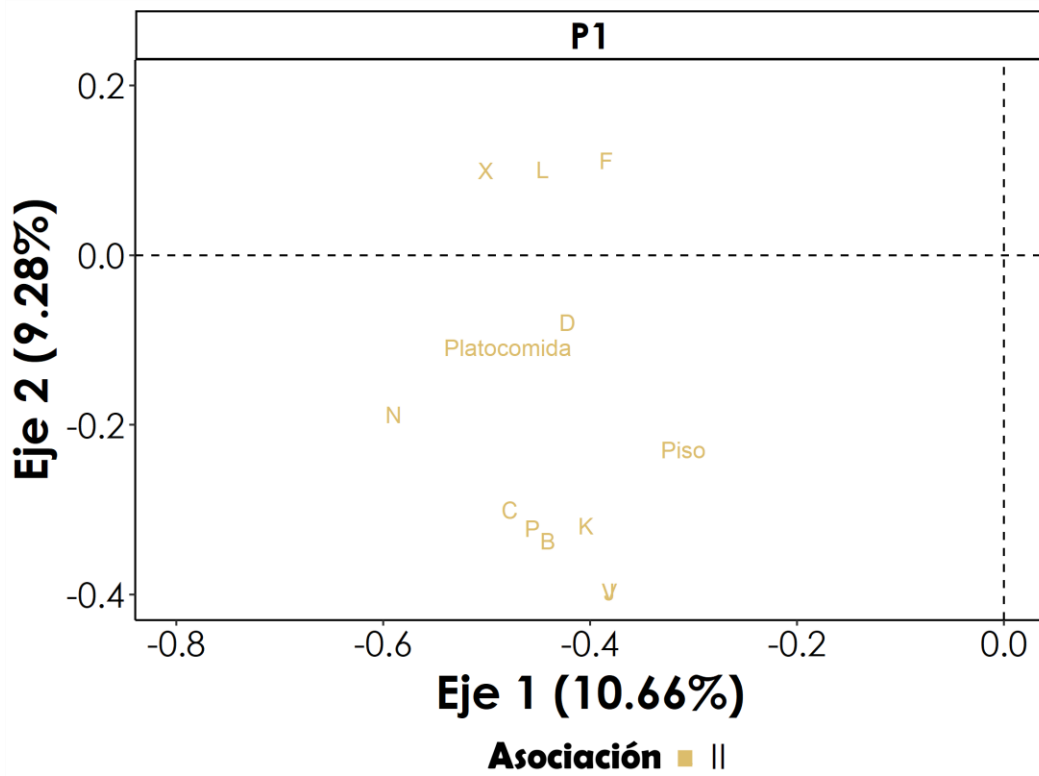
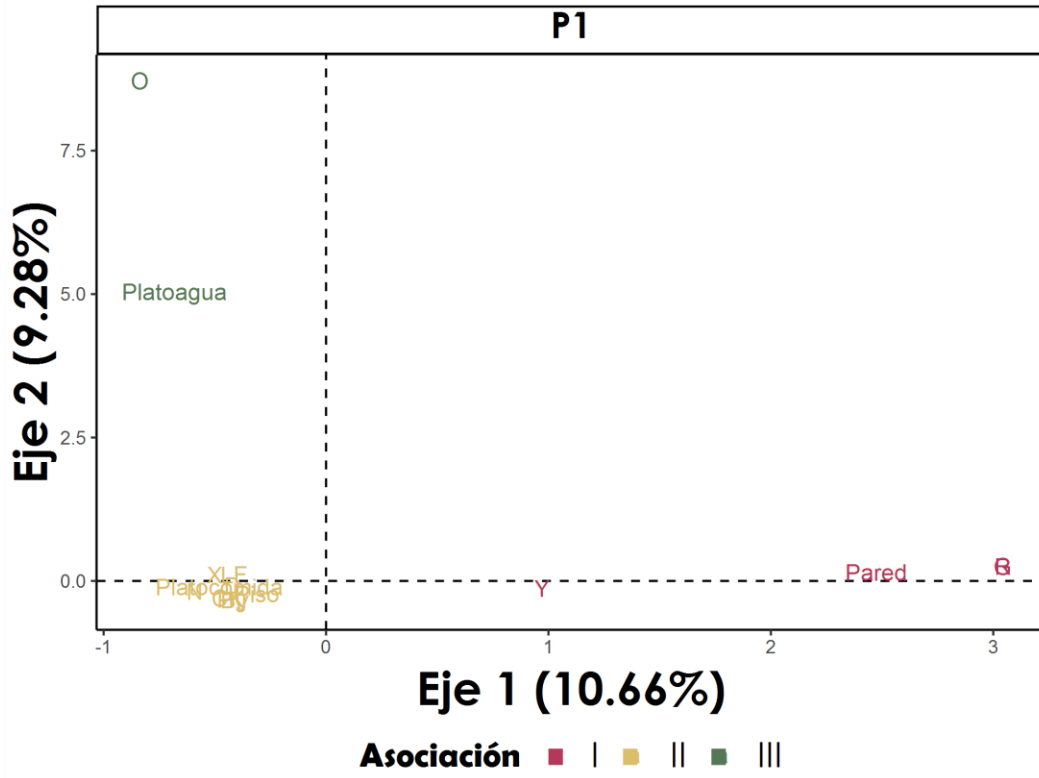
De manera similar, para P2 se diferenciaron tres grupos de asociaciones. La que se encuentra en el cuadrante I superior, donde la herramienta usada C, se asocia a los espacios teja, y tubo alto; y al comportamiento no visible. Las dos asociaciones restantes, no se representaron en el plano factorial, porque se dificulta la lectura. Sin embargo, en el perfil neutro, ubicado en cercano al centro del plano, en los cuatro cuadrantes estuvieron 31 categorías. Los escaladores y plataformas estuvieron relacionados con la herramienta B y el comportamiento descanso (D) y dormir (C). Los comportamientos alerta (F), exhibición básica (V), acicalamiento (P) y búsqueda pasiva (L) al espacio adoquín. Los comportamientos desplazamiento (K), exhibición corporal (X), escalar (R), caer (E), interacción con límites (Y), perchar (I), beber (O), sujeción (G) y comer (N), con la herramienta A, y los espacios piso, pared alta media, pared media, pared baja, plato comida y pared alta. Por otra parte, la tercera asociación, en el cuadrante IV, se ubicó la herramienta usada D y bola de comida (Tabla VI, Figura 25).

En P3 se mantuvieron tres grupos de asociaciones. El primero se encontró en el cuadrante I, donde beber (O) se asoció a plato con agua. En los cuadrantes II y III, donde comer (N) y alerta (F) se relacionaron con plato para comida, acompañado de la asociación de búsqueda activa (Q), exhibición básica (V), defensa al medio (H), dormir (C), desplazamiento (K), acicalamiento (P), y búsqueda pasiva (L), al espacio piso. En el cuadrante IV, los espacio techo y pared se relacionaron con interacción con límites (Y), sujeción (G) y escalar (R) (Tabla VI, Figura 26).

Tabla VI. Perfiles conductuales en el uso del espacio por período.

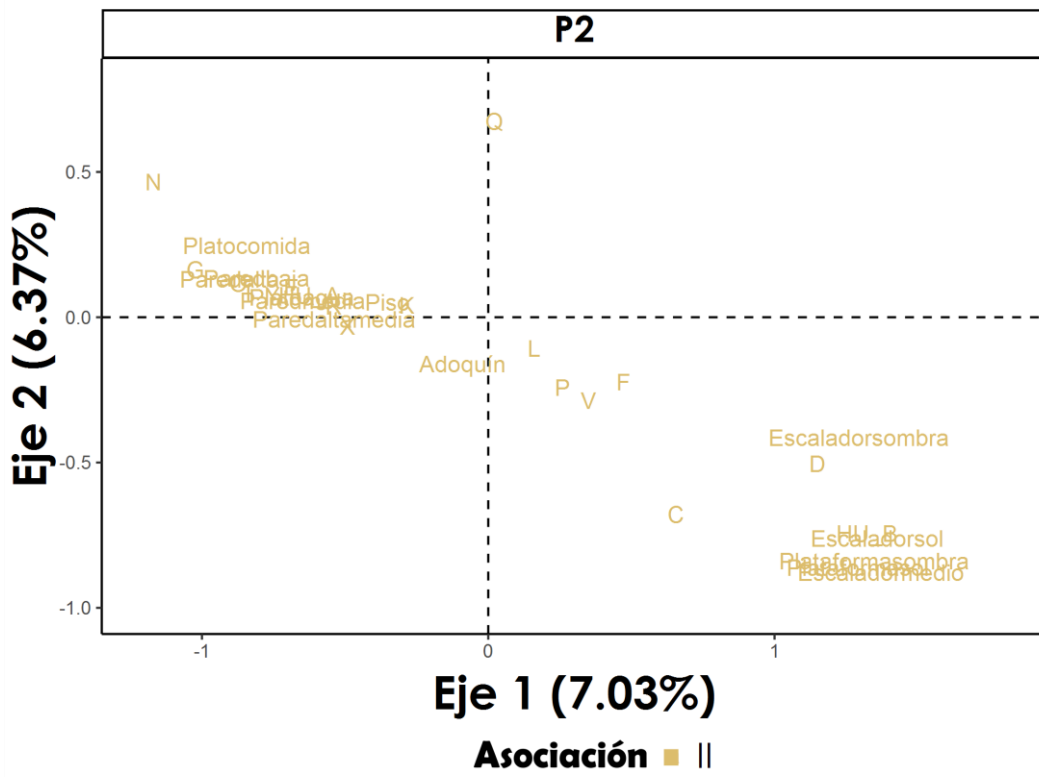
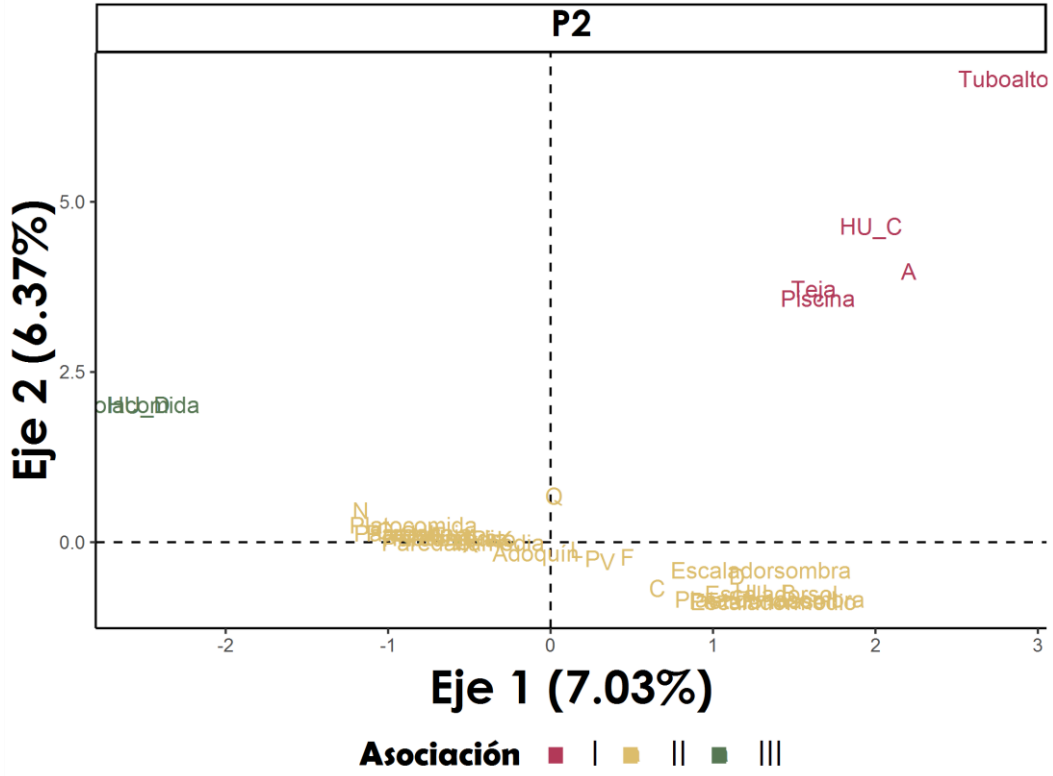
Perfil	Variables	P1	P2	P3
I	Comportamiento	Escalar Interacción con límites Sujeción	No visible	Beber
	Lugar/ Herramienta usada	Pared	Piscina Tubo alto Teja C	Plato agua
II	Comportamiento	Acicalamiento Alerta Búsqueda pasiva Comer Defecar Descanso Desplazamiento Dormir Exhibición corporal Exhibición básica Letargo	Acicalamiento Alerta Beber Búsqueda activa Búsqueda pasiva Caer Comer Descanso Desplazamiento Dormir Escalar Exhibición básica Exhibición corporal Interacción con límites Perchar Sujeción Adoquín Escalador medio Escalador sol Escalador sombra Pared alta Pared alta media Pared baja Pared media Piso Plataforma sol Plataforma sombra Plato agua Plato comida A B	Acicalamiento Alerta Búsqueda activa Búsqueda pasiva Comer Defecar Comer Descanso Defensa al medio Descanso Desplazamiento Dormir Exhibición básica
	Lugar/ Herramienta usada	Piso Plato comida	Pared alta Pared baja Pared media Piso Plataforma sol Plataforma sombra Plato agua Plato comida A B	Piso Plato comida
III	Comportamiento	Beber		Escalar Interacción con límites Sujeción
	Lugar/ Herramienta usada	Plato agua	Bola comida D	Pared Techo

Los elementos señalados en negritas indican que su inercia fue mayor a 1.



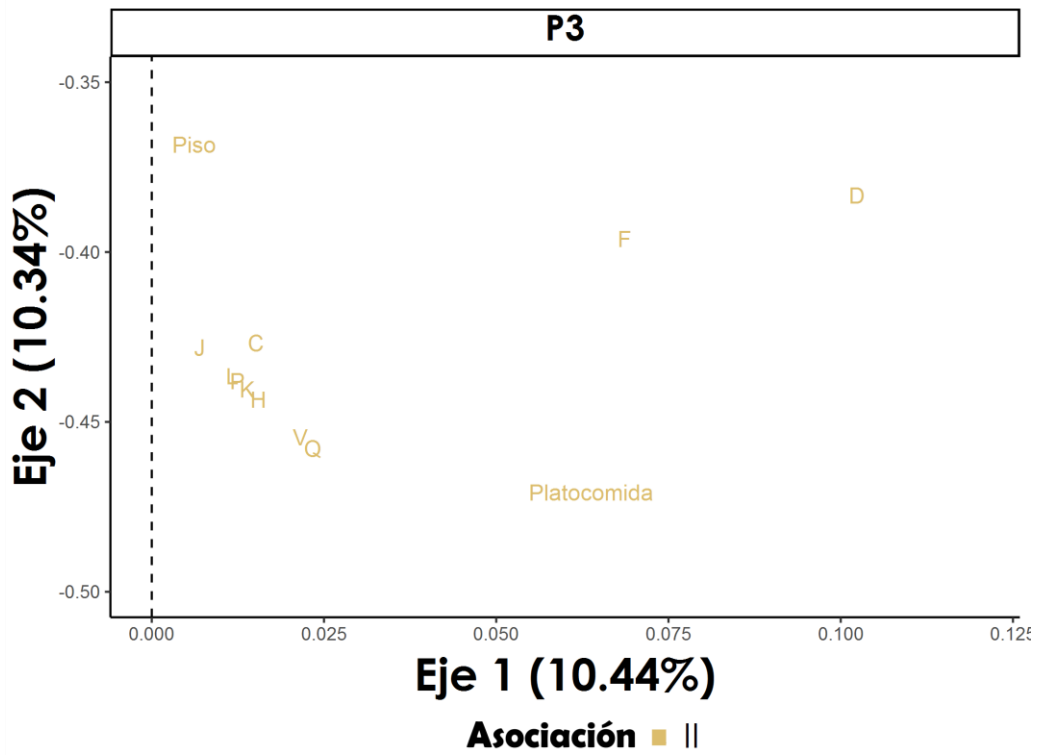
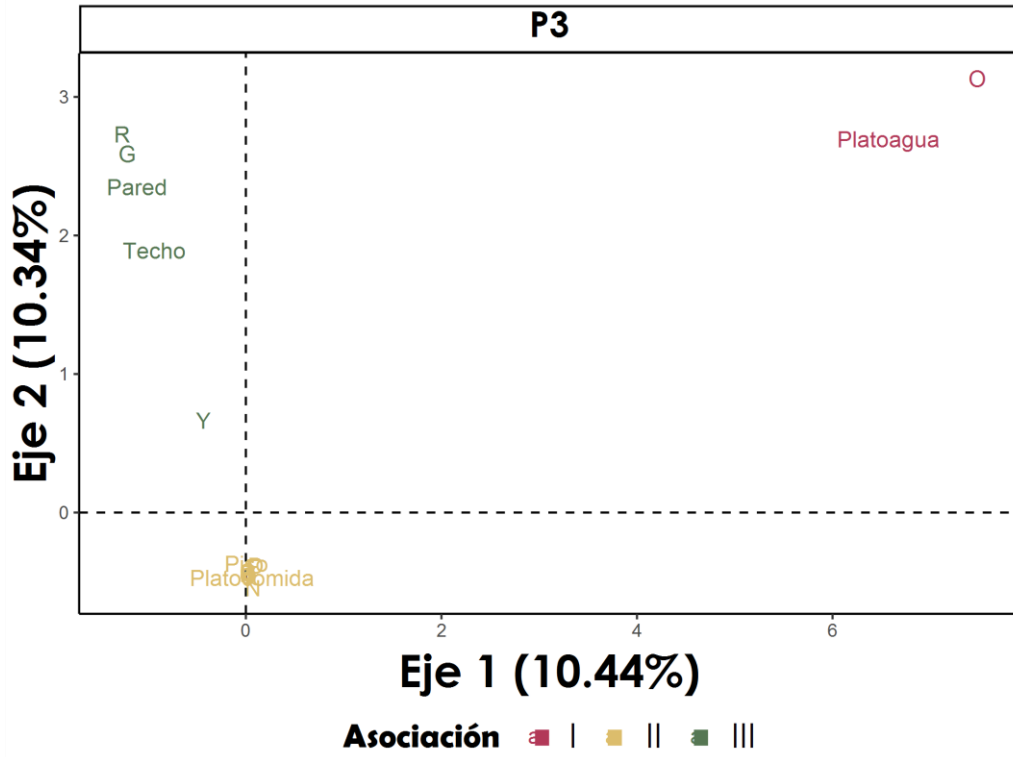
La gráfica inferior es un acercamiento al perfil conductual II

Figura 24. Planos factoriales con perfiles conductuales en P1.



La gráfica inferior es un acercamiento al perfil conductual II

Figura 25. Planos factoriales con perfiles conductuales en P2.



La gráfica inferior es un acercamiento al perfil conductual II

Figura 26. Planos factoriales con perfiles conductuales en P3.

Al comparar los perfiles conductuales entre períodos, se infiere que existieron espacios y comportamientos poco comunes y otros frecuentes. En los tres períodos y sus respectivos perfiles conductuales I y III, estuvieron relacionados con frecuencias bajas de lugares, comportamientos y herramienta usados. Por el contrario, el perfil II, representó lo más común durante las observaciones. Lo común en este estudio, fue la presentación de comportamientos como acicalamiento, alerta, búsqueda pasiva, comer, defecar, descanso, desplazamiento, dormir, exhibición corporal y básica, en lugares como piso y plato para comida.

Sin embargo, existieron algunas excepciones por período. En P1, fue común la presentación de letargo. En P2 el comportamiento beber fue frecuente al igual que escalar, interacción con límites, perchar y sujeción, usando de esta manera además de piso y plato para comida, lugares como adoquín, escalador medio, escalador sol, escalador sombra, pared alta, pared alta media, pared baja, pared media, plataforma sol, plataforma sombra, plato agua, plato comida, es decir, la herramienta A y B.

La adición de elementos y su posterior retiro, tuvo efectos en la diversidad y repertorio conductual. Comprobando de esta manera que el enriquecimiento ambiental para *I. iguana*, como ha sido señalado por Shepherson (2003), permite aumentar las opciones de comportamiento y habilidades propias de las especies, mejorando su bienestar. En P2, se presentó mayor diversidad conductual, asociada a bienestar animal (Fraser 2009), lo que es consistente con estudios realizados en *Eublepharis macularius* (gecko leopardo) (Bashaw *et al.* 2016).

Durante P2, se presentaron algunos comportamientos adicionales, que se diferenciaron de los otros períodos. Sumergir, nadar, no visible, búsqueda activa y caer, estuvieron relacionados con la adición del enriquecimiento, y con las diferentes herramientas que permitieron estos comportamientos, aunque estadísticamente sus características, no permitieron analizarlos.

Finalmente, la implementación de herramientas enriquecimiento, permite dilucidar y comprender que elementos son funcionales para animales en cautiverio (Shepherson 2003). En el caso neonatos de *I. iguana*, admite indicar que la ocupación del espacio, es mucho más efectiva, completa y apropiada en alojamientos de configuración horizontal, donde se incluyan plataformas en diferentes estratos y se consideren zonas de acceso a sol y sombra.

El ACM resultó un método muy eficiente, porque a través de las elipses de confianza al 95%, se observó de manera gráfica la dispersión de los registros en cada una de las categorías de las variables lugar, comportamiento y herramienta usada; posteriormente a través de las inercias se pudieron distinguir las variables que mayor variabilidad ejercieron en cada uno de los períodos; y finalmente fue

posible establecer en el plano factorial, visualmente perfiles comportamentales o asociaciones.

El ACM, sin lugar a duda es un buen elemento para la evaluación del enriquecimiento ambiental. Aunque existan pocos trabajos, se ha usado para agrupar comportamientos, posturas y ubicaciones en *Macaca mulatta* (macaco Rhesus) y *M. fascicularis* (macaco cangrejero), y de esta forma, determinar perfiles conductuales (Camus *et al.* 2014). Para este estudio, los perfiles I y III, correspondieron a registros heterogéneos y no numerosos, y el perfil II, constituyó el registro más común, que en P2, se enriqueció por las herramientas adicionales.

7.3 Indicador morfométrico

La variable LHC se descartó por su alta colinealidad con las demás variables. Esta variable desde su origen está incluida dentro de LT y LC ($r_P < 0.71$). A la matriz obtenida, se aplicó el índice general de KMO que fue de 0.59, considerando así las variables aceptables para el análisis. Posteriormente, se aplicó la prueba de Bartlett (valor de 619.51, $p \leq 0.05$) ratificando la pertinencia del ACP.

El ACP redujo las variables, y de esta manera se seleccionó el primer y segundo componente principal. El primero tomó un valor propio de 1.99 y el segundo de 0.75, explicando un 66.33% y 25%, es decir, el 91.33% de la varianza total (3). Las tres variables estuvieron altamente correlacionadas positivamente con el componente principal uno de manera descendente LC ($r_P = 0.91$), peso ($r_P = 0.89$) y LT ($r_P = 0.87$). Por el contrario, para el componente dos, LT se correlacionó positivamente ($r_P = 0.76$), mientras que peso y LC negativamente ($r_P = -0.34$, $r_P = -0.20$). Basado en el aporte de las tres variables en el componente principal uno y dos, se infiere que las tres son indicativas del cambio morfométrico en la especie (Figura 27).

Posteriormente, aplicando los ANDEVAs individuales para las variables, el aumento de las medidas de peso ($F_{(5, 50)} = 5.71$, $R^2 = 30$), longitud total (LT) ($F_{(5, 50)} = 2.94$, $R^2 = 14.97$) y longitud de cabeza (LC) ($F_{(5, 50)} = 7.33$, $R^2 = 36.53$), estuvieron influenciadas por la combinación de etapa y “condiciones generales de enriquecimiento”, sin embargo, no hubo interacción entre estos factores. En las comparaciones de medias posteriores se encontraron diferencias estadísticas, con mayores medias la combinación de etapa al final del período de pos-enriquecimiento y las condiciones de no enriquecimiento (M3-C0) ($p \leq 0.05$) (Figura 28, Anexo H).

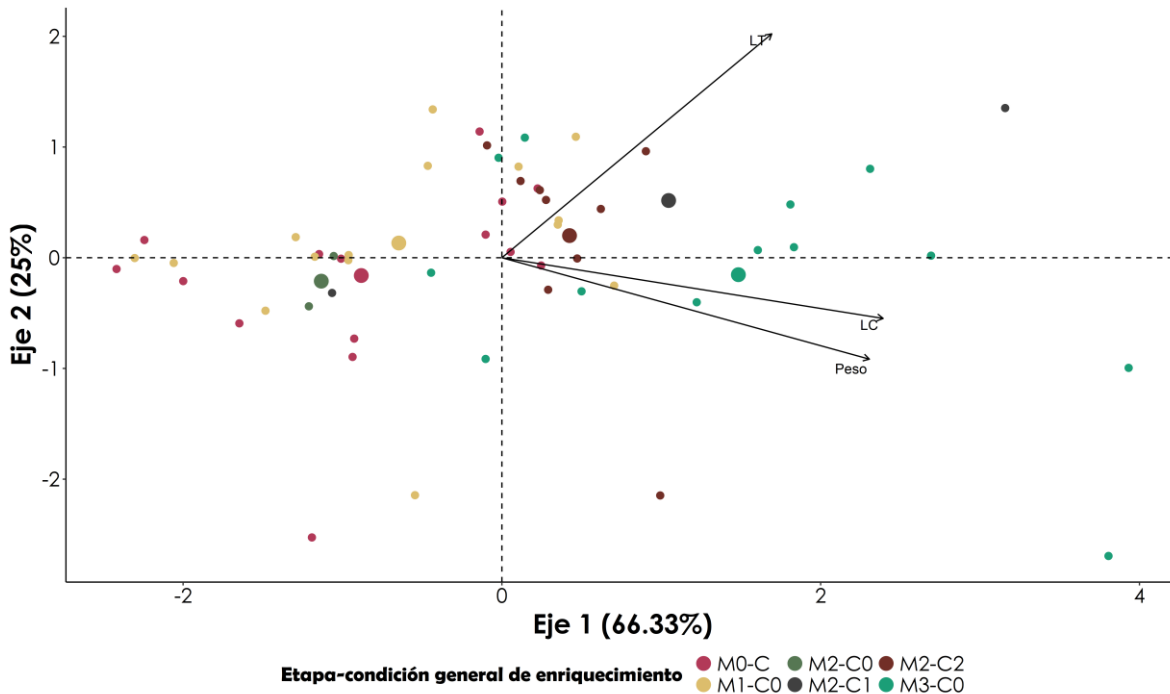


Figura 27. Componentes principales 1 y 2 en relación con la medición.

Se infiere que el enriquecimiento no tuvo efecto en las mediciones morfométricas, y por lo tanto en el crecimiento. Dicha situación se ha documentado en otros escamados, este es el caso de *Sceloporus undulatus* (lagarto espinoso de la pradera) (Rosier & Langkilde 2011) y *Anolis carolinensis* (anolis verde) (Borgmans *et al.* 2018).

Sin embargo, las mayores significancias de cambios en las variables morfométricas (peso, longitud de cabeza y longitud hocico-cloaca) se dieron en M3-C0, y aunque estadísticamente no se diferenciaron, las medias del final del período de enriquecimiento, con condiciones de enriquecimiento no aditivo y aditivo (M2-C1 y M2-C2), también se destacaron. El aumento de medidas morfométricas, fué mayor en 9 días de M3-C0 en comparación de 30 días de condiciones de M2-C1 y M2-C2, se puede explicar por un concepto conocido como crecimiento compensatorio, en el cual los animales pueden aumentar su tasa de crecimiento de manera rápida, posterior a un período de restricción nutricional o enfermedad (Zubair & Leeson 1996). En el caso de reptiles, el crecimiento compensatorio se ha demostrado en condiciones experimentales, considerando el factor nutricional como principal causa para ejemplares juveniles de *Amphibolurus muricatus* (dragon Jack) (Radder *et al.* 2007).

Previo al experimento, las iguanas del CECOREI estuvieron alojadas en altas densidades, lo que pudo generar competencia por alimento, que suele presentarse

en vida libre (Henderson 1974). Probablemente esto suscitó un desequilibrio nutricional, que con las modificaciones del período de experimentación se compenso, dando lugar al crecimiento compensatorio. Por otro lado, en *Alligator mississippiensis* (caimán del Misisipi) se ha demostrado que altas densidades provocan altos niveles de corticosteroides, inhibiendo la tasa de crecimiento (Eley *et al.* 1990), situación que también pudo ocurrir en este estudio.

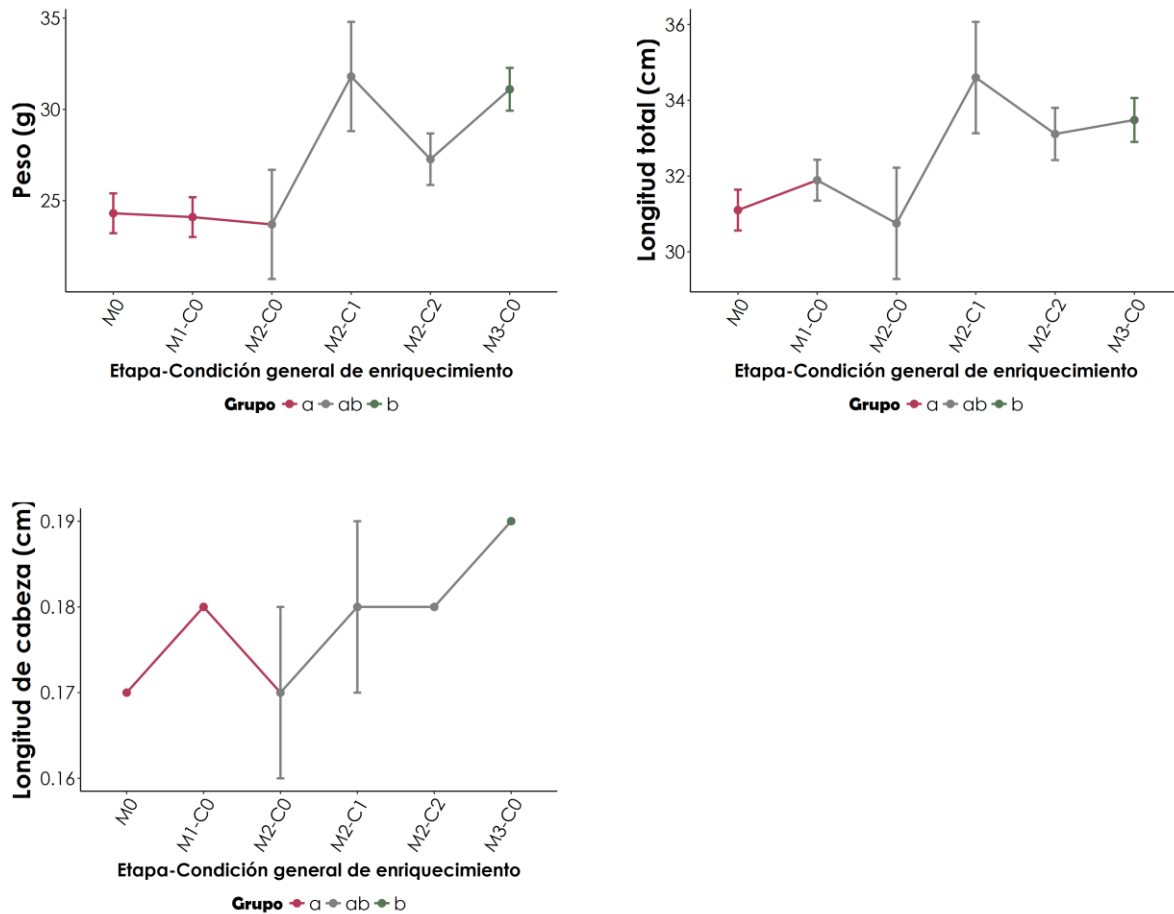


Figura 28. Media de las variables morfométricas peso, longitud total y longitud de cabeza según etapa-condición general de enriquecimiento.

Otra de las posibles razones del nulo efecto del enriquecimiento, sobre las medidas morfológicas, puede atribuirse a la presencia humana, pues en el período de experimentación se incrementó el tiempo de permanencia. En la UMA, las actividades propias de trabajadores y visitantes, es decir, el tiempo de contacto, se suele dar una o dos veces al día por períodos que no superan una hora y media; situación contraria en el caso del experimento donde el tiempo de permanencia fue igual a 3 horas diarias. Se ha demostrado que la proximidad de humanos es causa

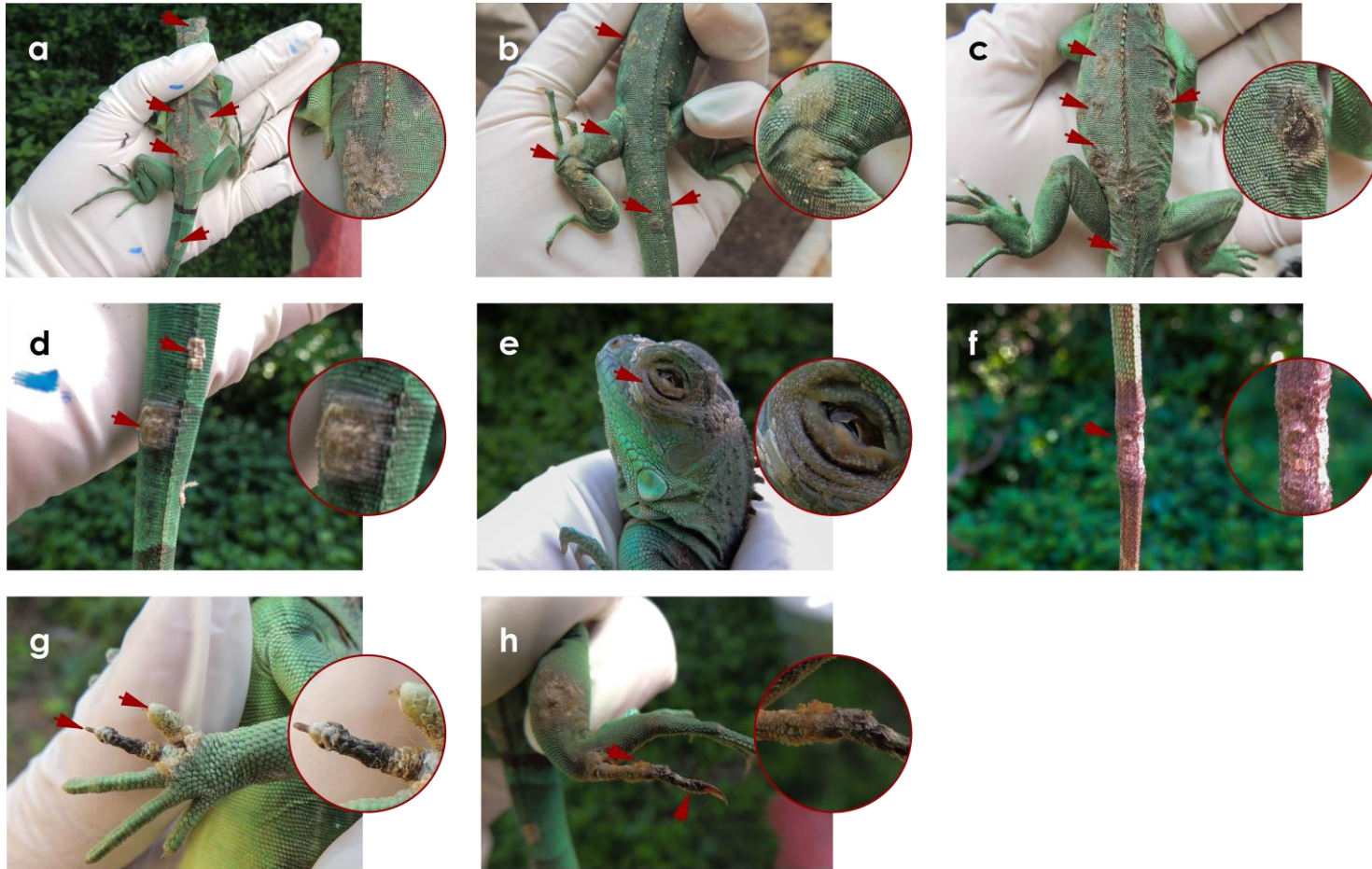
de estrés en animales cautivos (Morales 2007), situación que puede inhibir el crecimiento (Romero & Butler 2007). Se recomienda realizar un estudio, donde la presencia humana se limite al manejo alimentario y de limpieza de la exhibición, usando mecanismos de grabación audiovisuales, como se ha indicado en animales cautivos (e.g. Siegford 2013, Rees 2015).

7.4 Indicador salud

Las lesiones presentadas estuvieron caracterizadas por queratinización y cambio de color, independientemente de la clasificación usada (tipo I y tipo II). Se presentaron de forma general en todo el cuerpo, con menor incidencia en rostro y cabeza, así como en la superficie ventral corporal. Las lesiones fueron focales o multifocales, sin un patrón definido, en su mayoría de forma ovalada y/o circular (Figura 29a, b, c, d).

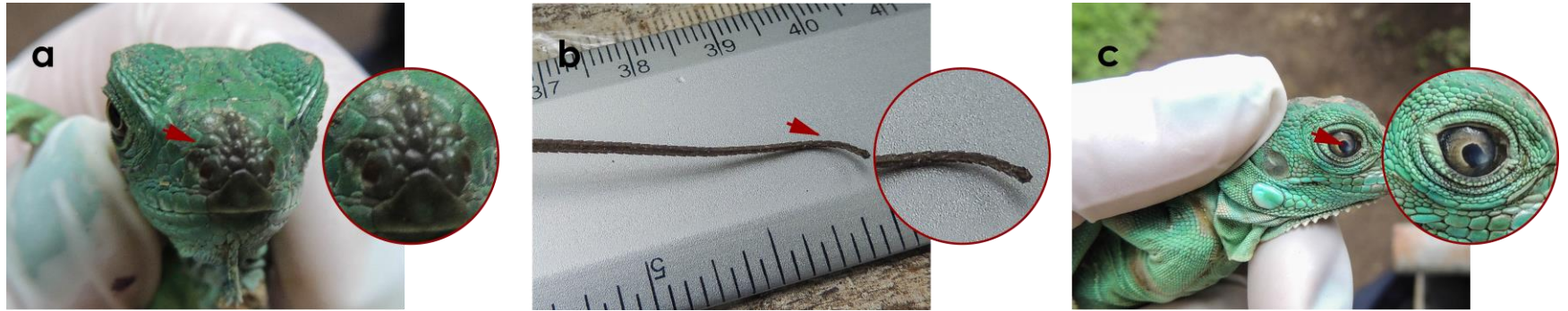
Algunos de los individuos tuvieron afectación ocular en la zona periorbicular y parpado, comprometiendo el parpadeo (Figura 29e). En los casos más graves las lesiones se observaron con alto grado de queratinización, necrosis del tejido y presencia de disecdisis, esto para áreas como cola, y dedos de miembros tanto anteriores como posteriores (Figura 29f, g, h). A lo largo del tiempo las lesiones en dedos evolucionaron con pérdida del tejido afectado.

Se presentaron otras lesiones, como disecdisis corporal generalizada, con mayor incidencia en área de dedos y articulaciones de miembros anteriores y posteriores. Al igual que hiperpigmentación de área rostral (Figura 30a). Anormalidad aparente en último tercio de la cola (desviación) (Figura 30b) y opacidad en la córnea (Figura 30c).



Nota: Lesiones cutáneas hiperqueratósicas, pardas y multifocales. Las flechas señalan las lesiones más importantes, y en el círculo se observa la lesión ampliada.

Figura 29. Lesiones cutáneas hiperqueratósicas y multifocales.



Las flechas señalan las lesiones más importantes, y en el círculo se observa la lesión ampliada.

Figura 30. Lesiones en rostro, cola y ojo.

7.4.1 Ausencia de lesiones

La ausencia de lesiones promedio, estuvo influenciada por la combinación de etapa y “condiciones generales de enriquecimiento”, y por la ubicación anatómica ($F_{(10, 85)} = 6.62$, $R^2 = 37.16$), sin embargo, no hubo interacción entre estos factores. En las comparaciones posteriores para cada uno de estas fuentes de variación, existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Los individuos tratados sin enriquecimiento en las distintas etapas, tuvieron las menores medias de frecuencias de lesiones (M1-C0 con $M=1.67$, $DT=1.28$; M2-C0 con $M=1.06$, $DT=1.28$; y M3-C0 con $M=1.77$, $DT=1.08$), y la medición inicial presentó la mayor media de frecuencia (M0 con $M=2.51$, $DT=1.08$). De igual manera, respecto a la ubicación anatómica, las menores medias de frecuencia fueron para disecdisis ($M=1.15$, $DT=1.19$) y cola ($M=1.34$, $DT=1.10$), y la mayor frecuencia para cabeza ($M=2.47$, $DT=1.09$) (Figura 31, anexo I1).

De esta manera se infiere que los individuos estuvieron más sanos al comienzo del experimento (M0) y la parte menos afectada por lesiones fue la cabeza. Indirectamente se establece que la presencia de disecdisis y lesiones en cola, representan organismos menos sanos (Figura 30). Adicionalmente, se observa que en las demás mediciones, los individuos que no fueron tratados con enriquecimiento son los menos sanos, pero que animales enriquecidos no aditivamente y también aditivamente (M2-C1 y M2-C2), pueden tener una frecuencia media de lesiones que se comportan estadísticamente como no enriquecidos (M1-C0 y M1-C3) o con condiciones iniciales (M0).

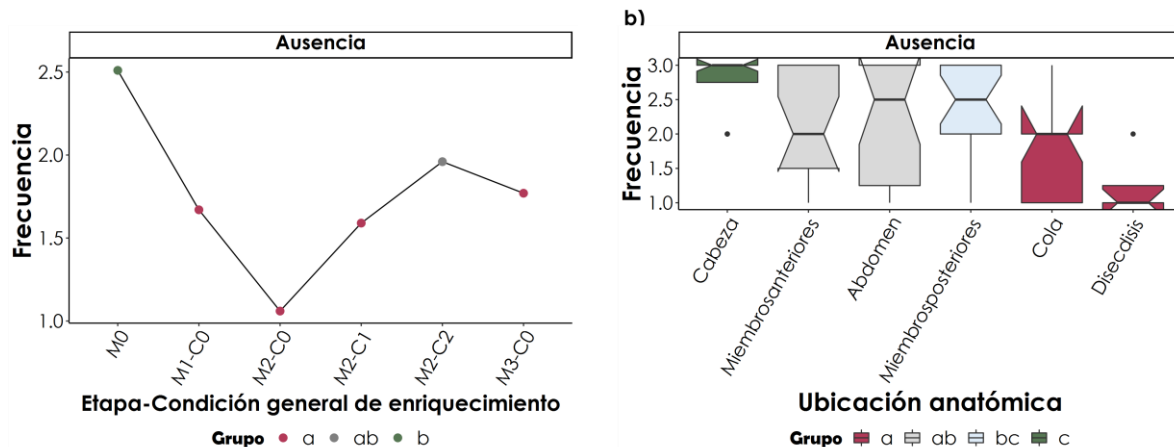


Figura 31. Frecuencia de ausencia de lesiones según a) etapa-condición general de enriquecimiento y b) ubicación anatómica.

7.4.2 Lesiones Tipo I

La frecuencia media de lesiones tipo I, estuvo influenciada por la combinación de etapa y “condiciones generales de enriquecimiento”, y por la ubicación anatómica ($F_{(10, 85)} = 6.62$, $R^2 = 37.16$), sin embargo, no hubo interacción entre estos factores. En las comparaciones posteriores para cada uno de estas fuentes de variación, existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Los individuos tratados con enriquecimiento aditivo (M2-C1), tuvieron menores medias de frecuencias de lesiones tipo I ($M=0.74$, $DT=1.27$), mientras que los individuos con mayores frecuencias estuvieron al comienzo del experimento (M0) ($M=1.76$, $DT=1.18$). De igual manera, respecto a la ubicación anatómica, las menores medias de frecuencia fueron para miembros anteriores ($M=1.03$, $DT=1.14$), abdomen ($M=1.29$, $DT=1.15$), miembros posteriores ($M=0.95$, $DT=1.19$) y cola ($M=1.39$, $DT=1.11$), en contraste con la mayor frecuencia para disecdisis ($M=2.25$, $DT=1.08$) (Figura 32, Anexo I1).

Se infiere que la frecuencia de lesión tipo I disminuyó durante el enriquecimiento no aditivo. Indistinto de la etapa y condición de enriquecimiento general, la lesión tipo I más frecuente fue disecdisis.

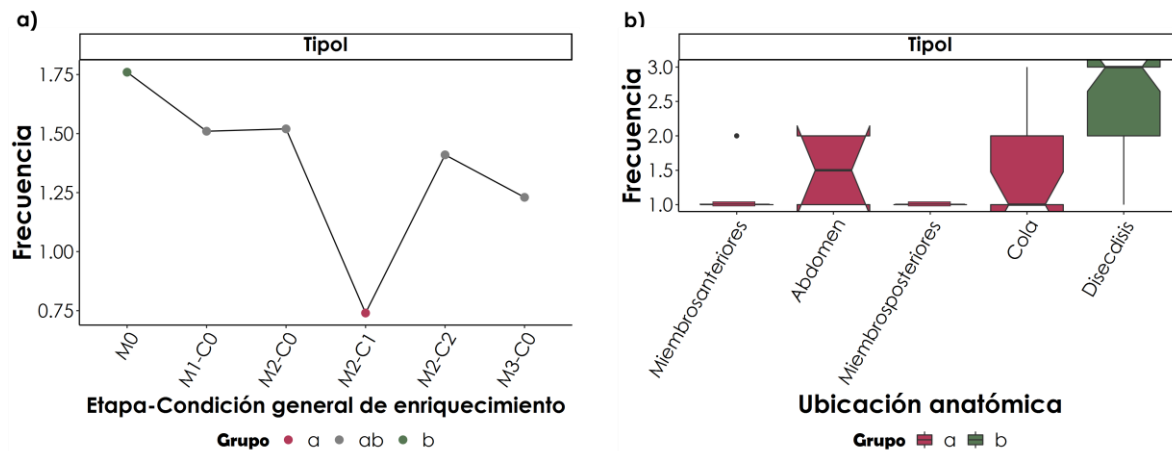


Figura 32. Frecuencia de lesiones tipo I según a) etapa-condición general de enriquecimiento y b) ubicación anatómica.

7.4.3 Lesiones Tipo II

La frecuencia media de lesiones tipo II, estuvo influenciada por la interacción de etapa y “condiciones generales de enriquecimiento”, con la ubicación anatómica ($F_{(18, 31)} = 25.18$, $R^2 = 89.88$).

En las comparaciones posteriores existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Las frecuencias más bajas de lesión tipo II, se presentaron en condiciones de

no enriquecimiento para ciertas categorías anatómicas como cola (M0 con $M=1$, $DT=1.08$; M3-C0 con $M=1$, $DT=1.1$), miembros anteriores (M1-C0 y M3-C0 con $M=1$, $DT=1.1$), abdomen y miembros posteriores (M1-C0 con $M=1$, $DT=1.1$). Por otra parte, las frecuencias medias más altas, se presentaron en el área rostral al inicio del experimento y en las mediciones después del período de enriquecimiento (M0, M1-C0 y M2-C2 con $M=3$, $DT=1.07$) (Figura 33, Anexo I2).

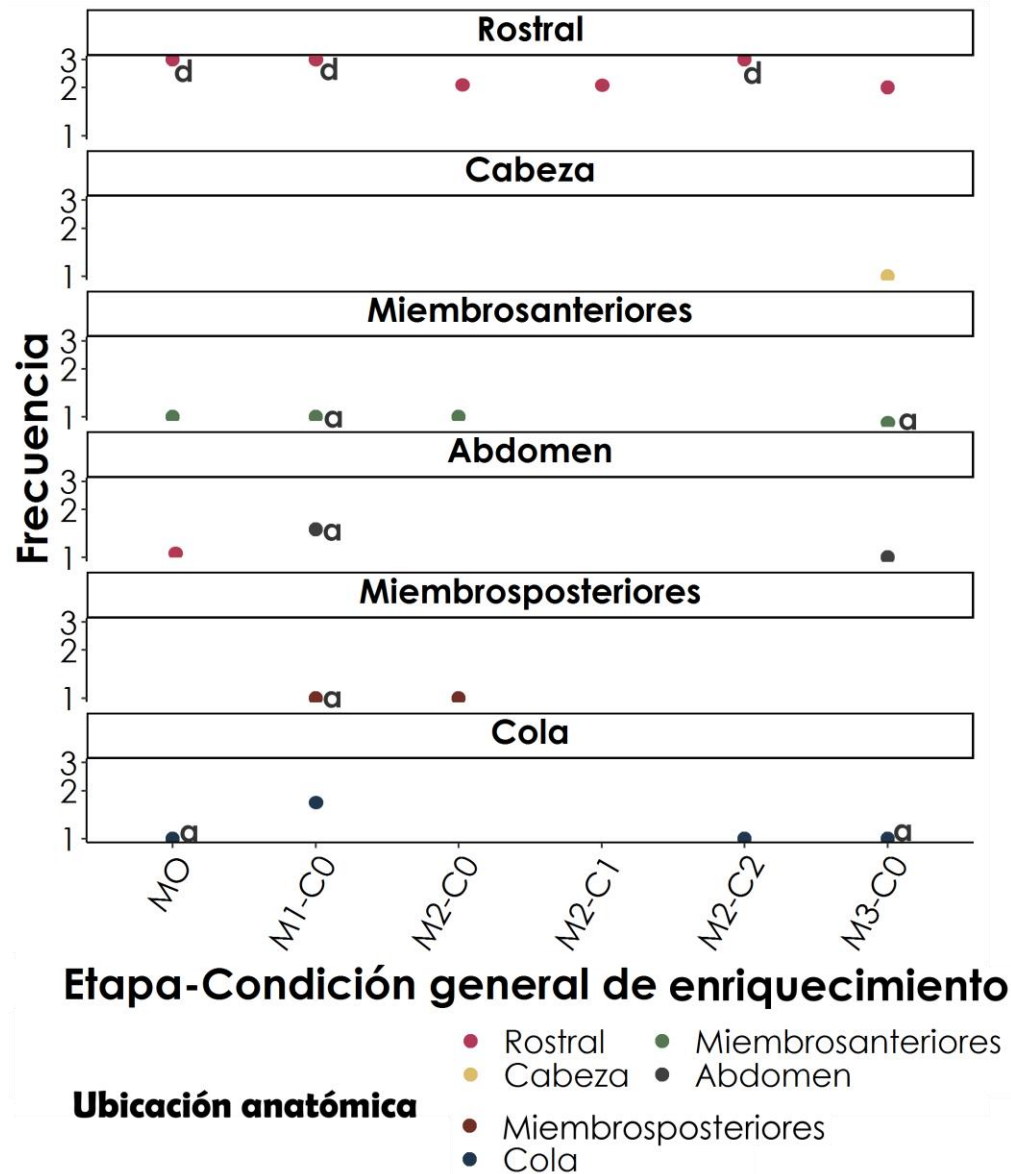


Figura 33. Frecuencia de lesiones tipo II según etapa-condición general de enriquecimiento y ubicación anatómica.

De esta manera se concluye, que el enriquecimiento suministrado proporcionó el “ambiente” para que aumentara y mejorara el repertorio conductual, demostrando la importancia de la estimulación según lo sugerido en las directrices para enriquecimiento de reptiles (American Association of Zoo Keepers); sin embargo, en este estudio el enriquecimiento no condujo a buen estado de salud.

La disecdisis, que se presenta en mayor frecuencia, en reptiles escamados, se ha asociado a causas no infecciosas como, manejos inadecuados de temperatura, humedad, sustratos o elementos para el rascado, deficiencia de vitamina A; y a causas infecciosa (Harkewicz 2001, Hoppmann & Barron 2007 y Hatt 2010) (Harkewicz, 2001). Además, se ha señalado como la causa de complicaciones, ya que puede causar isquemia (Hoppmann & Barron 2007), y lesiones isquémicas en dedos con pérdida de los mismos (Hatt 2010), situación evidenciada durante el experimento.

En el caso de este trabajo, la disecdisis puede explicar la presencia de otras lesiones; pues aunque se mejoró el acceso a agua, se balanceo dieta; no se controló humedad relativa ni se suministró un tratamiento tópico. Lo que explica la disminución de la lesión de tipo II a tipo I, pero la prevalencia en las diferentes mediciones.

Por otra parte, las lesiones encontradas son compatibles con varias enfermedades infecciosas. En el caso de las lesiones hiperqueratósicas en forma redondeada a lo largo del cuerpo, son compatibles con dermatofitosis (Paterson 2006. Jacobson 2007); aunque también pudo ser algún hongo, dentro de los más comunes y consistentes con las lesiones encontradas para lagartos se encuentran *Fusarium spp.*, *Candida spp.*, y *Aspergillus spp.* (Chitty 2009).

Las lesiones descritas en este trabajo como hiperpigmentación, fueron asociadas a estrés por interacción con límites (Warwick *et al.* 2013). Esto se puede explicar, ya que los cambios de pigmentación en reptiles se han asociado a procesos de cicatrización pos-quirúrgicos (Harvey-Clark 1995), y con el contacto frecuente con los límites de la exhibición se pudo exacerbar. A pesar de la modificación del material de la exhibición, es decir, de malla metálica a plástica, la presentación de la lesión tipo II no disminuyó a lo largo de las mediciones.

7.5 Discusión general de los indicadores

De acuerdo a los resultados para cada uno de los indicadores, es necesario promover y aumentar la investigación para trabajos de enriquecimiento ambiental en esta especie y en general en reptiles escamados. Se evidencia que, para promover el bienestar animal, es necesario tener alojamientos ecológicamente útiles mejorando la perspectiva de conservación de las especies (Burghardt 2013).

Adicionalmente, con este trabajo, se visualiza la importancia de incrementar el bienestar animal, para asegurar la supervivencia de la especie; estas son características claves en la conservación en cautiverio, donde se debe propender por individuos competitivos que expresen conductas naturales (Markowitz 1997), como las exhibidas durante el estudio y específicamente el período de enriquecimiento (P2). De igual manera, se puede inferir, que los estímulos brindados con el enriquecimiento fueron ecológicamente relevantes ya que permitieron aumentar la gama de comportamientos (Watters & Meehan 2007), y diversificar la ocupación del espacio como se ha demostrado para otras especies (e. g Williams *et al.* 1996, Mallapur *et al.* 2002 y Asher *et al.* 2009).

A pesar de que se presentaron cambios en el uso del espacio y conductuales, relacionados con la adición de herramientas de enriquecimiento, las variables morfométricas y condiciones de salud evaluadas, no se vieron beneficiadas significativamente; por lo que es complicado establecer el nivel real de impacto en el bienestar animal. Es importante tener en cuenta que, el bienestar animal es un estado multidimensional, que incluye estado psicológico del animal, estímulos negativos, edad y sexo, además de características individuales (Mason & Mendl 1993), que debe ser medidas teniendo en cuenta estos múltiples atributos, pero que no es la suma de varias (Fraser 1995).

Pese a que los análisis de datos se hicieron considerando las condiciones de manejo, no el muestreo por individuo, se recomienda realizar evaluaciones a nivel de individuo, ya que se ha demostrado que en reptiles existe personalidad y que esta afecta el crecimiento, mortalidad, comportamiento y dispersión (Revisión Stamps 2007; e.g. Stapley 2006, Cote & Clobert 2007, Siviter *et al.* 2017, Waters *et al.* 2017). Además, en muchas especies las respuestas comportamentales varían aun cuando los estímulos sean los mismos (Watters & Meehan 2007), por lo que sería oportuno realizar evaluaciones a ese nivel.

Con el experimento se comprobó que existen efectos de la adición de herramientas de enriquecimiento, como en el comportamiento, uso del espacio, lesiones físicas y algunos parámetros morfométricos en neonatos de *Iguana Iguana*. Lo que hace evidente la posible evaluación del enriquecimiento ambiental a través de indicadores de bienestar animal y métodos de evaluación de enriquecimiento de forma no invasiva; además de permitir comparar líneas base de estos indicadores (P1) y efectos posteriores después del enriquecimiento (P3); que es lo recomendado para conocer el impacto del enriquecimiento (e.g. Watters & Meehan 2007, Alligood *et al.* 2017).

La implementación de herramientas enriquecimiento, permitió dilucidar y comprender qué elementos son funcionales para animales en cautiverio (Shepherson 2003). En el caso neonatos de *I. iguana*, permitió corroborar el impacto

a nivel comportamental en: el cambio de tiempo promedio, la ocupación del espacio y perfiles conductuales. De igual manera, expusó que a nivel morfométrico y de salud, no hay diferencias estadísticamente significativas que indiquen impacto constante del enriquecimiento ambiental.

7.5.1 Implicaciones del enriquecimiento ambiental en el bienestar animal

Teniendo en cuenta como se abordó el bienestar en este estudio, el enriquecimiento viene a ser más que una herramienta, un método de manejo (Shepherdson 1998), que permite cumplir con los enfoques del bienestar animal para aquellos mantenidos en zoológicos propuestos por WAZA (Mellor *et al.* 2015), y que puede ser incorporado desde los mecanismos para proveer necesidades básicas; además de ser necesario y fundamental para la generación de oportunidades.

Teniendo en cuenta que Castro Notario (2003) relaciona la adquisición de capacidades con mejoras causadas en el bienestar animal, en este estudio fue evidente comprobar: a) la competencia comportamental, desarrollada por iguanas verdes neonatas, esto se demostró con la respuesta a través de diversos comportamientos para responder adecuadamente ante nuevas situaciones; b) elección comportamental espacial, donde los individuos eligieron como interactuar con el ambiente; y c) oportunidades para la exploración y búsqueda de información sobre su ambiente, demostrado con el aumento del perfil conductual normal.

7.5.2 Potenciales aplicaciones sociales y económicas en la conservación y uso de la iguana verde

Teniendo en cuenta los probables conflictos presentados entre los actores del enriquecimiento, bienestar y conservación; es decir productores, consumidores, asociaciones civiles y gobierno; además del actual panorama de México y Latinoamérica en cuanto a estos temas, la investigación realizada brinda información útil para el productor y educativa para el consumidor. En el contexto nacional, se ha estudiado que las conductas negligentes y de indiferencia, hacia el bienestar animal, se deben a la falta de información científica y técnica; lo que hace que la población en general tenga una percepción distorsionada sobre las necesidades y carencias de los animales confinados (Córdova *et al* 2009). Con este estudio se evidencian algunos impactos comportamentales ocasionados por el enriquecimiento ambiental. Por lo tanto, es necesario que estudios como este y similares, lleguen a los actores del bienestar, conservación y enriquecimiento en el país.

8. CONCLUSIONES

El enriquecimiento ambiental tuvo efectos positivos en el comportamiento y ocupación del espacio en neonatos de *Iguana iguana*, en el CECOREI. El análisis general entre períodos, además de clarificar los supuestos sobre evaluación del enriquecimiento, en fases previas y en fases posteriores, permite inferir que para *I. iguana*, la efectividad del enriquecimiento, evaluada a través del aumento o disminución del tiempo invertido en comportamientos fue satisfactoria. Aunado a ello, fue posible identificar qué comportamientos deben usarse como indicadores en futuros estudios.

Esto se evidenció en la reducción de los comportamientos alerta e interacción con límites; contrariamente, con el aumento en el tiempo de realización de actividades como dormir, sujeción y acicalamiento. Sin embargo, en un análisis más detallado, se demostró que el horario de observación tuvo efecto sobre el tiempo empleado en los comportamientos, específicamente escalar y no visible, donde en los horarios de la tarde, la media de tiempo de estos comportamientos aumentó.

El modelo lineal mixto, permitió evidenciar y corroborar la importancia de la evaluación en conjunto de los factores aplicados en la experimentación, donde para neonatos de *I. iguana*, es importante realizar observaciones a lo largo del día, al considerar los cambios en la temperatura y registrar de preferencia todos los comportamientos de manera continua. Por otra parte, los tratamientos de enriquecimiento aditivo y no aditivo, no se diferenciaron entre sí, así como tampoco causaron evidente impacto el orden de adición de las herramientas para la mayoría de los comportamientos; aunque, esto no sucedió en los comportamientos descanso, sujeción y alerta.

La ampliación de las dimensiones de los exhibidores, el cambio de materiales y la adición de herramientas, demostró ser un medio efectivo para conseguir cambios comportamentales. Aumentando de esta manera la diversidad de comportamientos y principalmente en los comportamientos más frecuentes. Cualitativamente el período de enriquecimiento permitió el aumento del repertorio conductual, con la presentación de comportamientos como búsqueda activa, sumergir, nadar, morder y saltar. De esta manera, referente a la ocupación del espacio, se diversificó el uso de los espacios típicos de una exhibición como piso y pared, además de aumentar el uso lugares introducidos con el enriquecimiento.

Aunque, el enriquecimiento ambiental no afectó de manera directa el aumento de peso, longitud de cabeza y longitud hocico-cloaca, ni mejoró sustancialmente el estado de lesiones externas asociadas a estrés en el período de enriquecimiento, es necesario y oportuno realizar estudios de enriquecimiento donde se trabajen con animales neonatos desde su nacimiento y se incluyan tratamientos médicos.

Por otra parte, el diseño experimental realizado, permitió evidenciar que la inclusión de observaciones diurnas y crepusculares, acompañadas de mediciones de temperatura son útiles para evaluar los cambios comportamentales en duración de tiempo, determinados por la temperatura.

REFERENCIAS

AAZK National Enrichment Committee. AAZK. Consultado el 5 de 11 de 2016: American Association of Zoo Keepers: <https://www.aazk.org/wp-content/uploads/Suggested-Guidelines-for-Reptile-Enrichment.pdf>

Alanís Rojas, S. 1998. Ponencia sobre análisis financiero y económico para la puesta en marcha de una Unidad de Conservación y Aprovechamiento Sustentable UMA de modalidad intensiva de iguana verde. pp 33-49. *In: Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Pátzcuaro.*

Alligood, C. A., Dorey, N. R., Mehrkam, L. R., & K. A. Leighty. 2017. Applying behavior-analytic methodology to the science and practice of environmental enrichment in zoos and aquariums. *Zoo biology*, 363: 175-185. DOI:10.1002/zoo.21368

Almli, L. M., & G. M. Burghardt. 2006. Environmental enrichment alters the behavioral profile of ratsnakes (*Elaphe*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 92: 85-119. DOI: 10.1207/s15327604jaws0902_1

Alvarado, D. J., & O. I. Suazo. 1996. Las iguanas de México. *In: Historia Natural y conservación. UMSNH, US FWS, ECOTONIA.*

American Association of Zoo Keepers. Suggested Guidelines for Reptile enrichment. Consultado el 10 de Agosto de 2018: <https://www.aazk.org/wp-content/uploads/Suggested-Guidelines-for-Reptile-Enrichment.pdf>.

Anónimo. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Gaceta Ecológica. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53905505>

Anónimo. 2007. Ley Federal de Sanidad Animal- Diario Oficial de la Federación. Consultado el 10 de Agosto de 2017: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/118761/LFSA.pdf>

Anónimo. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010:"Protección ambiental-Especies nativas de México de fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo.". Consultado el 10 de Agosto de 2017: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Anónimo. 2001. Norma oficial mexicana/Nom-062-ZOO-1999): "Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado 17 de Diciembre de 2018: <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=743>

Anónimo. 2014. Norma Mexicana NMX-165-AA-SCFI-2014. Secretaría de economía. Consultado el 10 de Agosto de 2018: Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-165-scfi-2014.pdf>

Anónimo. 2016. Código Sanitario para los Animales Terrestres. Volumen I. OIE. O Consultado el 10 de Agosto de 2018: http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm

Arcos-García, J. L. 2017. UMAR. Comunicación personal.

Arcos-García, J. L., Manriquez Santos, T., Pinacho Santana, B., & R. López-Pozos. 2006. Alimentación y crecimiento de iguanas. pp 31-38. *In*: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihuatanejo.

Arena, P. C., & C. Warwick. 1995. Miscellaneous factors affecting health and welfare. pp 263-283 . *In*: C. Warwick, F. L. Frye, & J. B. Murphy., Health and welfare of captive reptiles, Springer Science + Business Media, B. V, London.

Asher, L., Davies, G. T., Bertenshaw, C. E., Cox, M. A., & M. Bateson. 2009. The effects of cage volume and cage shape on the condition and behaviour of captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, 116(2-4): 286-294. DOI:10.1016/j.applanim.2008.10.008

Ayala-Guerrero, F., & G. Mexicano. 2008. Sleep and wakefulness in the green iguanid lizard (*Iguana iguana*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 151(3): 305-312. DOI:10.1016/j.cbpa.2007.03.027

Bakhuis, W. 1982. Size and sexual differentiation in the lizard *Iguana iguana* on a semi-arid island. *Journal of Herpetology*, 16(3): 322-325. DOI:10.2307/1563729

Balasko, M., & M. Cabanac. 1998. Behavior of juvenile lizards (*Iguana iguana*) in a conflict between temperature regulation and palatable food. *Brain, behavior and Evolution*, 52: 257–262. DOI:10.1159/000006570

Barajas Campuzano, N. 1999a. Materiales opcionales para la construcción de corrales o jaulas para criaderos de iguana en cautiverio. pp 2-5. *In*: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.

Barajas Campuzano, N. 1999b. Resultados del criadero en semicautiverio de iguana negra *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana*. pp 14-16. *In*: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.

Barajas-Campuzano, N., & G. Ortega Reyes. 1998. Criadero en semicautiverio de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) e iguana verde (*Iguana iguana*) en el Centro de Conservación de Tortuga Marina y Desarrollo Costero "El Chupadero", Municipio

de Tecomán, Colima. pp 7-9. *In*: Primer taller nacional sobre manejo de iguana en cautiverio, Pátzcuaro.

Barragán Vásquez, M., Castillo Sánchez, I., & J. Frías Aguilar. 2003. Evaluación de la población de iguana verde (*Iguana iguana*) para el establecimiento de una UMA en Los Camellones Chontales, Tucta, Nacajuca, Tabasco. Pp 93-100. *In*: VI Taller nacional sobre iguanas, Puerto Veracruz.

Bashaw, M. J., Gibson, M. D., Schowe, D. M., & A. S. Kucher. 2016. Does enrichment improve reptile welfare? Leopard geckos (*Eublepharis macularius*) respond to five types of environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, 184: 150-160. DOI:10.1016/j.applanim.2016.08.003

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & S. Walker. 2018. Package 'lme4'. Consultado el 10 de Marzo de 2018: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf>

Bateson, M., & S. M. Matheson. 2007. Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces pessimism in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Animal Welfare*, 16: 33-36. Obtenido de https://www.staff.ncl.ac.uk/melissa.bateson/Bateson_Matheson_2007.pdf

Beattie, V., O'Connell, N., Kilpatrick, D., & B. Moss. 2000. Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs. *Animal Science*, 70(3): 443-450. DOI:10.1017/S1357729800051791

BHAG -Behavior and Husbandry Advisory Group. 1999. Behavior and Husbandry Advisory Group, a scientific advisory group of the American Zoo and Aquarium Association. *In*: Workshop at Disney's Animal Kingdom.

Biggs, D., De Ville, B., & E. Suen. 1991. A method of choosing multiway partitions for classification and decision trees. *Journal of Applied Statistics*, 18(1): 49-62. DOI:10.1080/02664769100000005

Blommsmith, M. A., Brent, L. Y., & S. J. Schapiro. 1991. Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhuman primates. *Laboratory animal science*, 41(4): 372-377.

Bock, B., Malone, C., Knapp, C., Aparicio, J., Avila-Pires, T., Cacciali, P., Caicedo, J.R., Chaves, G., Cisneros-Heredia, D.F., Gutiérrez-Cárdenas, P., Lamar, W., Moravec, J., Perez, P., Porras, L.W., Rivas, G., Scott, N., Solórzano, A. & J. Sunyer. 2018. *Iguana iguana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. doi:10.2305/IUCN.UK.2018-

Bock, B. C. 2014. Iguana specialist group- ISC. Consultado el 10 de Agosto de 2017: www.iucn-isg.org/species/iguana-species/iguana-iguana/

- Bogoslavsky, B. 2000. Iguana nutrition. Iguana times, 17-20. Consultado el 10 de Septiembre de 2018: http://library.iucn-isg.org/documents/2000/Bogoslavsky_2000_Iguana_Times_Journal_of_the_International_Iguana_Society.pdf
- Boone, J., & E. LaRue. 1999. Effects of marking *Uta stansburiana* (Sauria: Phrynosomatidae) with xylene-based paint. *Herpetological Review*, 30: 33-34.
- Borgmans, G., Palme, R., Sannen, A., Vervaecke, H., & R. Van Damme. 2018. The effect of environmental provisioning on stress levels in captive green anole *Anolis carolinensis*. *Animal Welfare*, 27(1): 35-46. DOI:10.7120/09627286.27.1.035
- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M., & L. Keeling. 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, 162: 225-228.
- Bowmaker, J. K. 2008. Evolution of vertebrate visual pigments. *Vision Research*, 48(20): 2022-2041. DOI:10.1016/j.visres.2008.03.025
- Boyer, T. H. 1991. Green iguana care. *Bulletin of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians*, 1(1): 12-14.
- Broom, D. M. 2011. A History of Animal Welfare Science. *Acta Biotheor*, 59(2): 121-137. DOI:10.1007/s10441-011-9123-3
- Burghardt, G. 1964. Effects of Prey Size and Movement on the Feeding Behavior of the Lizards *Anolis carolinensis* and *Eumeces fasciatus*. *Copeia*, 1964(3), 576-578. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1441527>
- Burghardt, G. M. 1980. Behavioral and Stimulus Correlates of Vomeronasal Functioning in Reptiles: Feeding, Grouping, Sex, and Tongue Use. pp 275-301. *In*: D. Müller-Schwarze, & R. M. Silverstein, *Chemical Signals*, Springer, Boston. DOI:10.1007/978-1-4684-1027-3_18
- Burghardt, G. M. 2013. Environmental enrichment and cognitive complexity in reptiles and amphibians: Concepts, review, and implications for captive populations. *Applied Animal Behaviour Science*, 147(3): 286-298. DOI:10.1016/j.applanim.2013.04.013
- Burghardt, G. M., & S. A. Rand. 1985. Group size and growth rate in hatchling green iguanas *Iguana iguana*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18: 101-104. DOI:10.1007/BF00299038
- Burghardt, G. M., Allen, B. A., & H. Frank. 1986. Exploratory tongue flicking by green iguanas in laboratory and field. Pp 305-321. *In*: D. Duvall, D. Muller-Schwarze, & R. M. Silverstein, *Chemical Signals in Vertebrates 4*, Springer Boston. DOI:10.1007/978-1-4613-2235-1_23

Burghardt, G. M., Greene, H. W., & S. Rand. 1977. Social Behavior in Hatchling Green Iguanas: Life at a Reptile Rookery. *Science*, 195(4279): 689-691. DOI: 10.1126/science.195.4279.689

Calderón Mandujano, R. 2002. *Iguana iguana*. Propuesta para la realización de 37 fichas biológicas de las especies de herpetofauna incluidas en la NOM-059 presentes en la Península de Yucatán. Museo de Zoología, ECOSUR- Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W030. México. D.F. Consultado el 10 de Septiembre de 2017: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Iguanaiguana00.pdf>

Camus, S. M., Rochais, C., Blois-Heulin, C., Li, Q., Hausberger, M., & E. Bezard. 2014. Depressive-like behavioral profiles in captive-bred single- and socially-housed rhesus and cynomolgus macaques: a species comparison. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 8(47): 1-15. DOI:10.3389/fnbeh.2014.00047

Candland, D. K., Dresdale, L., Leiphart, J., & C. Johnson. 1972. Videotape as a replacement for the human observer in studies of nonhuman primate behavior. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 4(1): 24–26. DOI:10.3758/BF03209969

Carey, M. W. 1966. Observations on the ground iguana *Cyclura macleayi caymanensis* on Cayman Brac, British. *Herpetologica*, 22(4): 265-268. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/3891346>

Caro, T., & P. Sherman. 2012. Vanishing behaviors. *Conservation Letters*, 5(3): 159-166. doi:10.1111/j.1755-263X.2012.00224.x

Carothers, J. H. 1986. An experimental confirmation of morphological adaptation: toe fringes in the sand-dwelling lizard *Uma scoparia*. *Evolution*, 40(4): 871-874. DOI:10.1111/j.1558-5646.1986.tb00550.x

Case, B. C., Lewbart, G. A., & P. D. Doerr. 2005. The physiological and behavioural impacts of and preference for an enriched environment in the eastern box turtle *Terrapene carolina carolina*. *Applied Animal Behaviour Science*, 92: 353-365. DOI:10.1016/j.applanim.2004.11.011

Casiano González, C. 2000. Manejo y sujeción de iguanas. pp 3-5. *In*: Tercer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Acapulco.

Casiano González, C. 2001. Manejo y cuidado de las cría de iguana en cautiverio. pp 16-20. *In*: Cuarto taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Puerto Ángel.

Casiano González, C. 2003. Programa de repoblación de la iguana verde (*Iguana iguana*), en el arroyo de la cañada las brisas con ejemplares de la UMA “Las Brisas”,

Acapulco, Guerrero. pp 56-60. *In*: VI Taller nacional sobre iguanas, Puerto de Veracruz.

Casiano González, C. 2006. Encierros e instalaciones para UMAs intensivas de iguanas. p15. . *In*: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihutanejo.

Casiano González, C. 2007. Infraestructura para UMA intensiva de Iguanas. pp 6-14. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.

Castro Notario, F. 2003. Enriquecimiento ambiental para animales en cautiverio. pp 45-48. *In*: Bienestar animal experimentación, producción, compañía y zoológicos, Córdoba, Argentina.

Chitty, J. 2009. Ophthalmology: An approach to fungal skin disease in reptiles and amphibia. *Companion Animal*, 14(1): 69-74. DOI:10.1111/j.2044-3862.2009.tb00558.x

CITES. *Iguana iguana*. Consultado el 10 de Septiembre de 2017: <https://cites.org/eng/node/22334>

Clark, F., & A. J. King. 2008. Critical review of zoo-based olfactory enrichment. pp 391-398. *In*: J. Hurst, R. J. Beynon, S. C. Roberts, & T. Wyatt, *Chemical Signals in Vertebrates 11*, Springer, New York. DOI:10.1007/978-0-387-73945-8_37

Claxton, A. M. 2011. The potential of the human–animal relationship as an environmental enrichment for the welfare of zoo-housed animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 133(1-2): 1-10. DOI:10.1016/j.applanim.2011.03.002

Contreras, J., & C. Casiano. 2005. Observación de posible emisión seminal espontánea en ejemplares de iguana verde. pp 33-39. *In*: VIII Reunión nacional sobre iguanas, Lázaro Cárdenas.

Cooper, W. E., & Alberts, A. C. 1991. Tongue-flicking and biting in response to chemical food stimuli by an iguanid lizard *Dipsosaurus dorsalis* having sealed vomeronasal ducts: vomerolfaction may mediate these behavioral responses. *Journal of Chemical Ecology*, 17(1): 135-146. DOI:10.1007/BF00994427

Córdova Izquierdo, A., Ruiz Lang, C. G., Saltijeral Oaxaca, J. A., Xolalpa Campos, V., Cortés Suárez, S., Méndez Mendoza, M., Huerta Crispin, R.; Córdova Jiménez, M. S., Córdova Jiménez, C. A. & E. Guerra Liera. 2009. Importancia del bienestar animal en las unidades de producción animal en México. *Revista electrónica de Veterinaria*, 10(12). Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120910.pdf>

Costa, P. S., Santos, N. C., Cunha, P., Cotter, J., & N. Sousa. 2013. The use of multiple correspondence analysis to explore associations between categories of

qualitative variables in healthy ageing. *Journal of aging research*, 2013: 1-12. DOI:10.1155/2013/302163

Cote, J., & J. Clobert. 2007. Social personalities influence natal dispersal in a lizard. *The Royal Society*, 274(1608): 383–390. DOI:10.1098/rspb.2006.3734

Crawley, J. 2012. *The R book*. 2ª ed. John Wiley & Sons, Nueva Delhi, India.

Crockett, C. M., & R. R. Ha. 2010. Data collection in the zoo setting, emphasizing behavior. pp 386-406. *In*: D. G. Kleiman, K. V. Thompson, & C. Kirk Baer, *Wild mammals in captivity: principles and techniques for zoo management*. The University of Chicago Press.

Cruzneto, A. P., & D. V. Andrade. 1993. The effect of recent diet on prey odor discrimination by juvenile tegu lizard, *Tupinambis teguixin* Sauria, Teiidae. *Zoologischer Anzeiger.*, 230(3-4): 123-129. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11449/33528>

de Mendiburu, F. 2017. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

Deen, C. M., & V. H. Hutchison. 2001. Effects of lipopolysaccharide and acclimation temperature on induced behavioral fever in juvenile *Iguana iguana*. *Journal of Thermal Biology*, 26(1): 55-63. DOI:10.1016/S0306-4565000026-7

Delgadillo de Montes, A. M. 1998. Reproducción y crianza de iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio trabajo inédito. pp 22-24. *In*: Primer taller nacional sobre manejo de iguana en cautiverio, Pátzcuaro.

Delgadillo de Montes, A. M. 1999. Métodos de transportación adecuados para las iguanas. pp 5-7. *In*: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.

Desfilis, E., & E. Font. 2002. Efectos de la experiencia sobre el comportamiento depredador de los reptiles. *Revista Española de Herpetología especial*, 79: 79-94. Obtenido de http://www.herpetologica.org/revespherp/volespecial_2002/079-094%20DESFILIS%20-%20FONT.pdf

Desfilis, E., Font, E., & F. Guillén-Salazar. 2003. Stimulus control of predatory behavior by the Iberian wall lizard *Podarcis hispanica*, Sauria, Lacertidae: Effects of familiarity with prey. *Journal of Comparative Psychology*, 117(3): 309-316. DOI:10.1037/0735-7036.117.3.309

Díaz de la Vega Pérez, A. H., Lara Reséndiz, R. A., & F. Méndez de la Cruz. R. 2014. Capítulo 20, Comportamiento de lagartijas: Termorregulación y antidepredación. pp 239-250. *In*: M. Martínez-Gómez, R. A. Lucio, & J. Rodríguez-

Antolín, Biología del Comportamiento: Aportaciones desde la Fisiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Díaz, J. A., Díaz-Uriarte, R., & Rodríguez, A. 1996. Influence of behavioral thermoregulation on the use of vertical surfaces by iberian wall lizards *Podarcis hispanica*. *Journal of Herpetology*, 30(4): 548-552. DOI:10.2307/1565703

Dierenfeld, E. S. 1996. Nutritional wisdom: Adding the science to the art. *Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 15(5), 447-448. DOI:10.1002/SIC11098-2361199615:5<447::AID-ZOO1>3.0.CO;2-B

Dinets, V. 2015. Play Behavior in Crocodylians. *Animal Behavior and Cognition*, 2(1): 49-55. DOI:10.12966/abc.02.04.2015

Distel, H., & J. Veazey. 1982. Behavioral inventory of the green iguana. *In: G. M. Burghardt, & A. S. Rand, guanans of the world: Their behavior, ecology and conservation*. Noyes, New Jersey.

Dockès, A. C., & F. Kling-Eveillard. 2006. Farmers' and advisers' representations of animals and animal welfare. *Ethics in Animal Agriculture*, 103(3): 243-249. DOI:http://dx.Doi.org/10.1016/j.livsci.2006.05.012

Donoghue, S., Vidal, J., & D. Kronfeld. 1998. Growth and morphometrics of green iguanas *Iguana iguana* fed four levels of dietary protein. *The Journal of Nutrition*, 128(12): 2587S-2589S. DOI:10.1093/jn/128.12.2587S

Du, W. D., Lu, Y. W., Shu, L., & Y. X. Bao. 2007. Thermal dependence of food assimilation and locomotor performance in juvenile blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*. *Animal Biology*, 57(1):29-38. DOI:10.1163/157075607780002050

Dugan, B. A. 1982. The mating behavior of the green iguana (*Iguana iguana*). Pp 320-339. *In: G. M. Burghardt, & A. S. Rand, guanans of the world: Their behavior, ecology and conservation*. Noyes, New Jersey.

Eagan, T. 2018. Evaluation of enrichment for reptiles in zoos. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1-9. DOI:10.1080/10888705.2018.1490182

Elsley, R. M., Joanen, T., McNease, L., & V. Lance. 1990. Growth rate and plasma corticosterone levels in juvenile alligators maintained at different stocking densities. *Journal of Experimental Zoology*, 255(1): 30-36. DOI:10.1002/jez.1402550106

Eskelinen, H. C., Winship, K. A., & J. L. Borger-Turne, 2015. Sex, age, and individual differences in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in response to environmental enrichment. *Animal Behavior and Cognition*, 2(3): 241-253. DOI:10.12966/abc.08.04.2015

FAWC. 1992. FAWC Updates the five freedoms. *Veterinary Record*, 17: 357.

FAWC. 1993. Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare. DEFRA: Londres.

Fernández O, F. J. 2002. El uso del Análisis de Correspondencia Simple (ACS) como ayuda en la interpretación del dato en arqueología. Un caso de estudio. *Boletín Antropológico*, 20(55): 687-713. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/712/71205505.pdf>

Flanigan, J. W. 1973. Sleep and wakefulness in iguanid lizards, *Ctenosaura pectinata* and *Iguana iguana*. *Brain, behavior and evolution*. 8(6): 417-436. DOI:10.1159/000124367

Fleming, G. J., & M. L. Skurski. 2013. Conditioning and behavioral training in reptiles pp 128-132. *In*: D. R. Mader, & S. J. Divers, *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery*, Elsevier.

Flores Aguilar, F., Flores Martínez, C., Guiris Andrade, D. M., Urbina López, W. F., Ramos Zamora, M. R., Ramos Salas, D. F., & H. Mandujano Camacho. 2007. Primer reporte y nueva distribución geográfica de *Aleuris mexicana* en iguana verde *Iguana iguana* del estado de Chiapas. pp 102-103. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.

Fox, J., & W. Sanford. 2011. *An {R} Companion to applied regression Vol. 2*. Sage. Consultado el 15 de Julio de 2018: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>

Fraser, D. 1995. Science values and animal welfare: Exploring the 'inextricable connection'. *Animal Welfare*, 4(2): 103-117. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/2832/7ee5e7567ae5ff87ecb65dfd7b80759cc82a.pdf?_ga=2.166413500.326722298.1535754737-171313024.1535754737

Fraser, D. 2009. Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biology*, 28(6): 507-518. DOI:10.1002/zoo.20253

Frederick, C. 2016. Suggested guidelines for reptile enrichment. AAZK National Enrichment Committee, pp 1-7.

Frías Quintana, C. A., & M. R. Barragan Vásquez, 2007. La agrolita como sustrato artificial en la incubación de huevos de iguana verde (*Iguana iguana*). pp119-123. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.

Fuchs, M., & H. L Ray. 2008. Design of a formal animal enrichment program for a small zoological institution: from realization to adaptive management. pp 1-7. *In*: American Association of Zoo Keepers - National conference proceedings.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4ª.ed., Distrito Federal, México.

Garza Castro, J. M. 2008. Preferencias alimentarias de crías de *Iguana iguana*, en condiciones experimentales. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito federal, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2008/julio/0629546/Index.html>

Garza-Castro, M., Morales-Mávil, J. E., & P. Guevara-Feffer. 2003. Preferencias de alimento consumido por crías y adultos de iguana verde (*Iguana iguana*). pp 1-15. *In*: VI Taller nacional sobre iguanas, Puerto de Veracruz.

Gómez, S., Torres, V., García, Y., & J. Navarro. 2012. Procedimientos estadísticos más utilizados en el análisis de medidas repetidas en el tiempo en el sector agropecuario. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46: 1-7. Obtenido de <http://132.248.9.34/hevila/Revistacubanadecienciaagricola/2012/vol46/no1/1.pdf>

Gómez-Mora, A., Suazo-Ortuño, I., & J. Alvarado-Díaz. 2012. Distribución, abundancia y uso de hábitat de la iguana negra *Ctenosaura pectinata* y la iguana verde *Iguana iguana* en el municipio de Buenavista, Michoacán. *Biológicas*, 2(14): 67-74.

Gordillo, O., & J. Escobar. 1998. Manejo de la iguana verde en semicautiverio: una estrategia para el desarrollo comunitario y la conservación en áreas naturales del trópico mexicano. pp 10-14. *In*: Primer taller nacional sobre manejo de iguana en cautiverio, Pátzcuaro.

Graves, S., Piepho, H.-P., Selzer, L., & S. Dorai-Raj. 2015. multcompView: Visualizations of Paired Comparisons. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://cran.r-project.org/web/packages/multcompView/multcompView.pdf>

Greenberg, N. 1985. Exploratory Behavior and Stress in the lizard, *Anolis carolinensis*. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 70(2): 89-102. DOI:10.1111/j.1439-0310.1985.tb00503.x

Greenberg, R. 2003. The role of neophobia and neophilia in the development of innovative behaviour of birds. pp 175-196. *In*: S. M. Reader, & K. N. Laland, *Animal Innovation*, Oxford Scholarship Online. DOI:10.1093/acprof:oso/9780198526223.003.0008

Greene, H. W., Burghardt, G. M., Dugan, B. A., & S. Rand. 1978. Predation and the defensive behavior of green iguanas Reptilia, Lacertilia, Iguanidae. *Journal of Herpetology*, 12(2): 169-176. DOI:10.2307/1563404

- Guillén-Salazar, F. 1996. Comportamiento animal y sociedad: una introducción a la etología aplicada. pp 113-133. *In*: F. Colmenares, Etología, psicología comparada y comportamiento animal, Síntesis psicología, Madrid.
- Guzmán-Villa, U. 2005. Base de datos sobre enfermedades y medicamentos para iguanidos en vida libre y cautiverio. pp 103-104. *In*: VIII Reunión nacional sobre iguanas, Lázaro Cárdenas.
- Hare, V. J., Rich, B., & K. E. Worley. 2007. Enrichment Gone Wrong!. pp 5-10. *In*: Proceedings of the Eighth International Conference on Environmental Enrichment, Viena.
- Harkewicz, K. A. 2001. Dermatology of reptiles: a clinical approach to diagnosis and treatment. *Veterinary clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 4(2): 441-461. DOI:10.1016/S1094-91941730039-7
- Harris, J. D. 1943. Habitatory response decrement in the intact organism. *Psychological Bulletin*, 40(6): 385-422. DOI:10.1037/h0053918
- Hartley, A. 2006. Environmental enrichment – Friend or foe?. pp 13-16 *In*: Proceedings of the 1st UK and Ireland Regional,. Paignton. Obtenido de http://www.enrichment.org/MiniWebs/Publications/uk_2006_proc.pdf
- Harvey-Clark, C. J. 1995. Common dermatologic problems in pet Reptilia. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicin*, 4(4): 205-219. DOI:10.1016/S1055-937X0580018-0
- Hatt, J. M. 2010. Dermatologische Erkrankungen bei Reptilien. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 152(3): 123-130. DOI:10.1024/0036-7281/a000030
- Hawkins, M., & M. Willemsen. 2004. Environmental enrichment for amphibians and reptiles. pp 1-12. *In*: ASZK Reptile Enrichment Workshop 2004, Consultado el 07 de 11 de 2016:<https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjC4rKuipjQAhVJiFQKHSCaBR0QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.enrichment.org%2FMiniWebs%2FAustralasia%2Fworkshop01.pdf&usg=AFQjCNFTovWAqp9HwbNG7X2YOHnszQoXOA&sig2=fZDhHO>
- Healy, S. D. 2006. Imprinting: seeing food and eating it. *Current Biology*, 16(13): R501-R502. DOI:10.1016/j.cub.2006.06.013
- Henderson, R. W. 1974. Aspects of the ecology of the juvenile common Iguana (*Iguana iguana*). *Herpetologica*, 30(4): 327-332. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/3891427>

- Hernández Calderón, J. 2005. Situación actual del comercio legal de *Iguana iguana* como mascota en tabasco, México: un análisis preliminar. pp 99-102. *In: VIII Reunión nacional sobre iguanas*, Lázaro Cárdenas.
- Hernandez-Divers, S. J. 2001. Clinical Aspects of reptile behavior. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 4(3): 599-612. DOI:10.1016/S1094-91941730025-7
- Hertz, P. E., Huey, R. B., & G. J. Theodore. 1988. Time budgets, thermoregulation, and maximal locomotor performance: are reptiles olympians or boy scouts? *American Zoologist*, 28(3): 927-938. DOI:10.1093/icb/28.3.927
- Hill, S. P., & D. M. Broom. 2009. Measuring zoo animal welfare: Theory and practice. *Zoo Biology*, 28(6): 531-544. DOI:10.1002/zoo.20276
- Holtzman, D. A., Harris, T. W., Aranguren, G., & E. Bostock. 1999. Spatial learning of an escape task by young corn snakes, *Elaphe guttata guttata*. *Animal Behaviour*, 57(1): 51-60. DOI:10.1006/anbe.1998.0971
- Hoppmann, E., & H. W. Barron. 2007. Dermatology in reptiles. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 16(4): 210-224. DOI:10.1053/j.jepm.2007.10.001
- Hosey, G. 2008. A preliminary model of human–animal relationships in the zoo. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2-4): 05-127. DOI: 10.1016/j.applanim.2007.04.013
- Hothorn, T., Bretz, F., & P. Westfall. 2017. Package ‘multcomp’. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://cran.r-project.org/web/packages/multcomp/multcomp.pdf>
- Huey, R. B., & A. F. Bennett. 1987. Phylogenetic studies of coadaptation: preferred temperatures versus optimal performance temperatures of lizards. *Evolution*, 41(5): 1098-1115. DOI:10.1111/j.1558-5646.1987.tb05879.x
- Huey, R., & E. Pianka. 1977. Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. *Ecology*, 58(5): 1066-1075. DOI:10.2307/1936926
- Husson, F., Lê, S., & J. Pagès. 2017. Multiple correspondence analysis MCA. Pp 131-172. *In: F. Husson, S. Lê, & J. Pagès, exploratory multivariate analysis by example using R*. Hapman and Hall/CRChapman and Hall/CRC.
- Hwang, H., Montréal, H., Dillon, W. R., & Y. Takane. 2006. An extension of multiple correspondence analysis for identifying heterogeneous subgroups of respondents. *Psychometrika*, 71(1): 161–171. DOI:10.1007/s11336-004-1173-x
- Iredale, S. K., Nevill, C. H., & C. K. Lutz. 2010. The influence of observer presence on baboon *Papio spp.* and rhesus macaque (*Macaca mulatta*) behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 122(1): 3-57. DOI:10.1016/j.applanim.2009.11.002

- Jacobson, E. R. 2007. Bacterial diseases of Reptiles. pp 461-526. *In*: E. R. Jacobson, Infectious Diseases and Pathology of Reptiles: Color Atlas and Text, Taylor & Francis group, Florida.
- Januszczak, I. S., Bryant, Z., Tapley, Z., Gill, I., Harding, L., & C. J. Michaels. 2016. Is behavioural enrichment always a success? Comparing food presentation strategies in an insectivorous lizard (*Plica plica*). *Applied Animal Behaviour Science*, 183: 95-103. DOI:10.1016/j.applanim.2016.07.009
- Jones, B. 1982. Effects of early environmental enrichment upon open-field behavior and timidity in the domestic chick. *Developmental Psychobiology*, 15(2): 105-111. DOI:10.1002/dev.420150203
- Jones, B., & D. Waddington. 1992. Modification of fear in domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*, via regular handling and early environmental enrichment. *Animal Behaviour*, 43(6): 1021–1033. DOI:10.1016/S0003-34720680015-1
- Jones, M. A., Mason, G., & N. Pillay. 2011. Early environmental enrichment protects captive-born striped mice against the later development of stereotypic behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1-2): 138–145. DOI:10.1016/j.applanim.2011.08.015
- Jordan, R. H., & G. M. Burghardt. 1986. Employing an ethogram to detect reactivity of black bears *Ursus americanus* to the presence of humans. *Ethology*, 73(2): 89-115. DOI:10.1111/j.1439-0310.1986.tb01002.x
- Kalliokoski, O., Timm, J., Ibsen, I. B., Hau, J., Frederiksen, A. M., & M. F. Bertelsen. 2012. Fecal glucocorticoid response to environmental stressors in green iguanas (*Iguana iguana*). *General and comparative endocrinology*, 177(1): 93-97. DOI:10.1016/j.ygcen.2012.02.017
- Kendal, R. L., Coe, R. L., & K. N. Laland. 2005. Age differences in neophilia, exploration, and innovation in family groups of callitrichid monkeys. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 66(2): 167-188. DOI:10.1002/ajp.20136
- Kerr, G. D., Bull, M. C., & M. Duncan. 2004. Human Disturbance and Stride Frequency in the Sleepy Lizard (*Tiliqua rugosa*): Implications for Behavioral Studies. *Journal of Herpetology*, 38(4): 519-526. DOI:10.1670/13-04A
- Kline, L. W. 1981. A hypocalcemic response to synthetic salmon calcitonin in the green Iguana, *Iguana iguana*. *General and Comparative Endocrinology*, 44, 476-479. DOI:10.1016/0016-64808190335-X
- Knapp, C. R. 2000. Home range and intraspecific interactions of a translocated iguana population (*Cyclura cychlura inornata* Barbour and Noble). *Caribbean Journal of Science*, 36(3-4): 250-257.

- Kreger, M., & J. Mench. 1993. Physiological and behavioral effects of handling and restraint in the ball python *Python regius* and the blue-tongued skink (*Tiliqua scincoides*). *Applied Animal Behaviour Science*, 38(3-4): 323-336. DOI:10.1016/0168-15919390030-S
- Krysko, K. L., Enge, K. M., Donlan, E. M., Jason, S. C., & E. A. Golden. 2007. Distribution, natural history, and impacts of the introduced green iguana (*Iguana iguana*) in Florida. *Iguana*, 14(3): 143-151. Obtenido de http://library.iucn-isg.org/documents/2007/Krysko_2007_Iguana_Conservation_Natural_History_and_Husbandry_of_Reptiles.pdf
- Kuppert, S. 2013. Providing enrichment in captive amphibians and reptiles: Is it important to know their communication? *Smithsonian Herpetological Information Service* 142.
- Lenher, P. N. 1996. Design of research. pp 105-149. *In*: P. N. Lenher, handbook of ethological methods Segunda edición, Cambridge University Press.
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & M. Herve. 2018. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/index.html>
- Londoño, C., Bartolomé, A., Carazo, P., & E. Font. 2018. Chemosensory enrichment as a simple and effective way to improve the welfare of captive lizards. *Ethology*, 124(9): 674-683. DOI:10.1111/eth.12800
- López Rojas, F. A., & G. Fuentes-Mascorro. 2007. Incubación de nidadas de iguana en dos tipos de arena y tres materiales diferentes. pp 79-84. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.
- López Rull, I. 2014. Métodos de medición de conducta en estudios de fauna silvestre. Pp 47-60. *In*: M. Martínez-Gómez, R. A. Lucio, & J. Rodríguez-Antolín, *Biología del comportamiento: Aportaciones desde la fisiología*, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala.
- López Zamudio, A. 2008. Patrones de dominancia en el comportamiento reproductivo de machos adultos de iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio. Tesis de maestría, Universidad Veracruzana, Veracruz, Veracruz. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9744>
- López, P., Aragón, P., & J. Martín. 1998. Iberian rock lizards (*Lacerta monticola cyreni*) assess conspecific information using composite signals from faecal pellets. *Ethology*, 104(10): 809-820. DOI:10.1111/j.1439-0310.1998.tb00033.x
- Luke, S. G. 2017. Evaluating significance in linear mixed-effects models in R. *Behavior Research Methods*, 49: 1494-1502. DOI:10.3758/s13428-016-0809-y

Luna Reyes, R. 2000. Reproducción en cautiverio en condición controlada de la iguana de ribera (*Iguana iguana*). pp 10-14. In: Tercer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Acapulco.

Mader, D. 2015. Environmental Enrichment. Clinician's Brief, 27-30. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjF0b36-Y3QAhVJjVQKHVb2BZQQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cliniciansbrief.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fattachments%2FIn.vironmental%2520In.richment%2520for%2520Rept>

Mallapur, A., Qureshi, Q., & R. Chellam. 2002. Enclosure design and space utilization by Indian Leopards (*Panthera pardus*) in four zoos in Southern India. Journal of Applied Animal Welfare Science, 5(2): 111-124. DOI:10.1207/S15327604JAWS0502_02

Mancera, K. F., Murray, P. J., Lisle, A., Dupont, C., Faucheux, F., & Phillip, C. (2017). The effects of acute exposure to mining machinery noise on the behaviour of eastern blue-tongued lizards (*Tiliqua scincoides*). *Animal Welfare*, 26(1): 11-24. DOI: 10.7120/09627286.26.1.011

Mancera, K., Murray, P. J., Gao, Y. N., Lisle, A., & C. Phillips. 2014. The effects of simulated transport on the behaviour of eastern blue (*Tiliqua scincoides*). *Animal Welfare*, 23(3): 239-249. DOI:10.7120/09627286.23.3.239

Manrod, J. D., Hartdegen, R., & G. M. Burghardt. 2008. Rapid solving of a problem apparatus by juvenile black-throated monitor lizards (*Varanus albigularis albigularis*). *Animal Cognition*, 11(2): 267-273. DOI:10.1007/s10071-007-0109-0

Manuel, R., Gorissen, M., Stokkermans, M., Zethof, J., Ebbesson, L. O., Vis, H., Filk, G. & R. V. Bos. 2015. The effects of environmental enrichment and age-related differences on inhibitory avoidance in zebrafish (*Danio rerio* Hamilton). *Zebrafish*, 12(2): 152-165. DOI:10.1089/zeb.2014.1045

Markowitz, H. 1997. The conservation of species-typical behaviors. *Zoo Biology: Published in affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 16(1): 1-2. DOI:10.1002/SICI1098-2361199716:1<1::AID-ZOO1>3.0.CO;2-E

Marshall, C. 1993. Housing and husbandry of snakes and lizards. *Veterinary Nursing Journal*, 8(2): 38-45. DOI:10.1080/17415349.1993.11012510

Martín, J., & P. López. 2013. Responses of female rock lizards to multiple scent marks of males: effects of male age, male density and scent over-marking. *Behavioural processes*, 9(4): 109-114. DOI:10.1016/j.beproc.2013.01.002

Martínez Campos, G. 2001. Experiencias exitosas en la reproducción de iguanas en el estado de Colima. pp 20-21. *In*: Cuarto taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Puerto Ángel.

Martínez Salazar, M., Arcos García, J. L., Vélez Hernández, L., Mendoza Martínez, G. D., & R. López Pozos. Enero-Abril de 2015. La iguana verde (*Iguana iguana*) y sus parásitos en una unidad de manejo intensivo en la costa de Oaxaca. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 19(55): 43-52.

Martínez Silvestre, A. 2014. How to assess stress in reptiles. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 23(3): 240-243. DOI:[http://dx.DOI.org/10.1053/j.jepm.2014.06.004](http://dx.doi.org/10.1053/j.jepm.2014.06.004)

Mason, G. J. 2010. Species differences in responses to captivity: stress, welfare and the comparative method. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(12): 713–721. DOI:10.1016/j.tree.2010.08.011

Mason, G., & M. Mendl. 1993. Why is there no simple way of Measuring Animal Welfare? *Animal Welfare*, 2(4): 301-319. Obtenido de <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ufaw/aw/1993/00000002/00000004/art00002>

Mason, G., Clubb, R., Latham, N., & S. Vickery. 2007. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3-4):163-188. DOI:10.1016/j.applanim.2006.05.041

Mason, R. T., Hoyt, R. J., Pannell, L. K., Wellner, E. F., & B. Demeter. 1991. Cage design and configuration for arboreal. *Laboratory animal science*, 41(1): 84-86.

Mateos Montero, C. 2003. Bienestar animal, sufrimiento y consciencia. Universidad de Extremadura, Servicio de Publicaciones, Cáceres.

Mayhew, W. W. 1963. Some food preferences of captive *Sauromalus obesus*. *Herpetologica*, 19(1): 10-16. DOI: <https://www.jstor.org/stable/3889549>

McBride, M., & S. Hernandez-Divers. 2004. Nursing care of lizards. *Veterinary clinics: Exotic animal practice*, 7(2): 375–396. DOI:10.1016/j.cvex.2004.01.003

McGinnis, S. M., & C. W. Brown. 1966. Thermal behavior of the green iguana, *Iguana iguana*. *Herpetologica*, 22(3): 189-199. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/3890682>

Meehan, C., & J. Mench. 2002. Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young amazon parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, 79(1): 75–88. DOI:10.1016/S0168-1591(02)00118-1

Mehrkam, L., & N. Dorey. 2014. Is preference a predictor of enrichment efficacy in Galapagos tortoises (*Chelonoidis nigra*)? *Zoo Biology*, 33(4): 275–284. DOI:10.1002/zoo.21151

- Melfi, V. 2013. Is training zoo animals enriching? *Applied Animal Behaviour Science*, 147(3-4): 299-305. DOI:10.1016/j.applanim.2013.04.011
- Mellen, J., & M. S. MacPhee. 2001. Philosophy of environmental enrichment: past, present, and future. *Zoo Biology*, 20(3): 211-216. DOI:10.1002/zoo.1021
- Mellor, D., Hunt, S., & M. Gusset. 2015. Cuidando la fauna silvestre: La Estrategia Mundial de Zoológicos y Acuarios para el Bienestar Animal. Gland: Oficina Ejecutiva de WAZA. Consultado el 15 de Julio de 2018: http://www.waza.org/files/webcontent/1.public_site/5.conservation/animal_welfare/WAZA%20Animal%20Welfare%20Strategy%202015_Spanish.pdf
- Mendoza Murillo, A., Pulido Reyes, J., & S. Serrano Gómez. 2006. Zoonosis: riesgos posibles de salud humana relacionados con la posesión de iguanas. pp 73-80. *In: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihuatanejo.*
- Mesa-Avila, G., & M. Molina-Borja. 2007. Behavior as a tool for welfare improvement and conservation management in the endangered lizard *Gallotia bravoana*. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 10(3): 193-206. DOI:10.1080/10888700701353329
- Miranda de la Lama, G. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10B): 1-8.
- Moberly, W. R. 1968. The metabolic responses of the common iguana, *Iguana iguana*, to activity under restraint. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 27(1): 1-20. DOI:10.1016/0010-406X6890749-4
- Montes Ontiveros, O. E. 1998. Manejo del criadero de la iguana verde *Iguana iguana* en cautiverio Trabajo inédito. pp 24-25. *In: Primer taller nacional sobre manejo de iguana en cautiverio, Pátzcuaro.*
- Morales Salud, T. 2007. Importancia de la reproducción de iguanas. pp 73-78. *In: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.*
- Morales-Mávil, J., Vogt, R., Guerra Guerrero, L., & R. Fernandez-Mayo. 1999. Control de micosis en individuos cautivos de iguana verde (*Iguana iguana*). pp 19-20. *In: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.*
- Murphy, J. B. 1969. Notes on iguanids and varanids in a mixed exhibit at Dallas Zoo. *International Zoo Yearbook*, 9(1): 39-41. DOI:10.1111/j.1748-1090.1969.tb02602.x
- Nazur, Y., Grande, D., Losada, H., Contreras, J. L., Cortés, J., & J. Rivera. 2007. Proyecto para el aprovechamiento sustentable de la iguana verde (*Iguana iguana*) en el rancho "El Torno", Balancán. pp 53-59. *In: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.*

NOM-059-SEMARNAT-2010, N. O. 30 de Diciembre de 2010. "Protección ambiental-Especies nativas de México de fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo." D. O. Federación, Ed. Obtenido de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Núñez Ordaz, J., Rojas Almaraz, D., López-Pozos, R., Barcena G, R., Plata P, F., & J. Arcos-García. 2007. La edad y el comportamiento reproductivo de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio. pp 95-101. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.

Olvera Ramírez, F. J., Contreras Montiel, J. L., Salame Méndez, A. P., Casiano González, C., Salinas Sierra, S., & J. Ibarra Zuñiga. 2006. Comparación de los ectoparásitos de iguana verde en tres Iguanarios-UMA de Acapulco en la época de reproducción. pp 81-87. *In*: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihuatanejo.

Ortega, Z., Mencía, A., & V. Pérez-Mellado. 2017. Rapid acquisition of antipredatory responses to new predators by an insular lizard. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1(71): 1-9. DOI:10.1007/s00265-016-2246-4

Passos, L. F., Santo Mello, H. E., & R. J. Young. 2014. Enriching tortoises: assessing color preference. *Journal of Applied Animal Welfare*, 17(3): 274-281. DOI:10.1080/10888705.2014.917556

Pastrana Rivera, M. M., Borrás Reyes, R. I., Ochoa Urquijo, I. J., & V. Hernández García. 2004. Evaluación de 4 dietas para crías de iguana verde (*Iguana iguana*) "UMA de Los Amatores de la iguana" municipio de Tlalixcoyan, Veracruz-México. pp 76-82. *In*: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto escondido.

Pastrana Rivera, M., Ochoa Urquijo, I. & V. Hernández García. 2005. Incubación semicontrolada en huevos de iguana verde bajo un modelo rústico de bajo costo. pp 57-60. *In*: VIII Reunión nacional sobre iguanas, Lázaro Cárdenas.

Paterson, S. 2006. Skin Diseases of Exotic Pets. pp 103-117. *In*: S. Paterson, Skin Diseases of Exotic Pets, Singapore: Blackwell Science Ltd.

Pearce, G., Paterson, A., & A. Pearce. 1989. The influence of pleasant and unpleasant handling and the provision of toys on the growth and behaviour of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 23(1-2): 27-37. DOI:10.1016/0168-15918990004-X

Pellitteri-Rosa, D., Sacchi, R., Galeotti, P., Marchesi, M., & M. Fasola. 2010. Do Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*) discriminate colours? An experiment with natural and artificial stimuli. *Italian Journal of Zoology*, 77(4): 481-491. DOI:10.1080/11250000903464067

- Pérez T, G. J. 1994. Propuesta de proyecto de crianza en cautiverio de iguana verde *Iguana iguana* L. en el Valle del Zamorano. Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5002>
- Peters, H. 1993. La Iguana verde *Iguana iguana*: potencialidades para su manejo. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Phillips, C., Jiang, Z., Hatton, A., Le Buar, M., Guerlin, M., & P. Murray. 2011. Environmental enrichment for captive Eastern blue-tongue lizards *Tiliqua scincoides*. *Animal Welfare*, 20 (3): 377-384.
- Pinacho Santana, B., Arcos-García, J. L., & R. López-Pozos. 2006. Consideraciones en el manejo reproductivo en Iguánidos para aumentar la productividad. pp 65-72. *In: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihuatanejo.*
- Pinacho-Santana, B., García-Arcos, J. L., López-Pozos, R., Mendoza-Martínez, G. D., & F. X. Plata Pérez. 2010. Parámetros reproductivos de la iguana verde *Iguana iguana* en condiciones de cautiverio en Oaxaca, México. *Revista Científica*, 20(5): 467-472.
- Pulido Reyes, J., & S. Serrano Gómez. 2007. Problemas médicos observados en iguanas en cautiverio mantenidas como mascotas. pp 104-107. *In: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.*
- Pulido Reyes, J., Mendoza Murillo, A., & S. Serrano Gómez. 2006. Reproducción de iguanas. pp 23-30. *In: IX Reunión nacional sobre iguanas, Ixtapa-Zihuatanejo.*
- Pulido Reyes, J., Said Serrano, S., & E. N. Robles Tellez. 2007. Prevención y tratamiento de enfermedades. pp 21-25. *In: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.*
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- R versión 3.4.4 Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Consultado el 15 de Julio de 2018: <https://www.R-project.org/>
- Raby, K., Hedberg, G., Hobson, K., Dunker, F. H., & R. Bennett. 1996. Clinical Aspects of a Neonatal Care Program. pp 63-76. *In: Annual Conference-American Association of Zoo Veterinarians.*
- Radder, R. S., Warner, D. A., & R. Shine. 2007. Compensating for a bad start: catch-up growth in juvenile lizards (*Amphibolurus muricatus*, *agamidae*). *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 307(9): 500-508. DOI:10.1002/jez.403

Ramírez Carroz, S. 2006. La iguana verde como especie promisoría. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 11-13.

Rand, S., Dugan, B., Manteza, H., & D. Vianda. 1990. The diet of a generalized folivore: *Iguana iguana* in Panama. *Journal of Herpetology*, 24(2): 211-214. DOI:10.2307/1564235

Rand, W. M., & S. Rand. 1976. Agonistic behavior in nesting iguanas: A stochastic analysis of dispute settlement dominated by the minimization of energy cost. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 40(3): 279-299. DOI:10.1111/j.1439-0310.1976.tb00938.x

Rees, P. A. 2015. Identifying Individuals and recording behaviours. Pp 77-102. *In*: P. A. Rees, *Studying Captive Animals: A Workbook of Methods in Behaviour, Welfare and Ecology*, Wiley-Blackwell.

Reyes Pulido, J., Contreras Montiel, J. L., Salame Méndez, P. A., Ramírez Lezama, J., Blancas Arroyo, G. A., Olvera Ramírez, J., & C. Casiano González . 2004. Reporte final del efecto de la nandrolona sobre la madurez reproductiva, talla y peso de la iguana verde *Iguana iguana*. pp 92-105. *In*: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto Escondido.

Rifá Burrull, H. 1999. Técnicas de registro de conducta espacial. pp 163-190. *In*: M. T. Anguera Argilaga, *Observación en etología (animal-humana) aplicaciones*. Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona.

Rodda, G. H., & C. L. Tyrell. 2003. Introduced species that invade and species that thrive in town: are these two groups cut from the same cloth? pp 321-335. *In*: E. R. Jacobson, *Biology, husbandry, and medicine of the Green Iguana*, Kreiger Publishing Co.

Rojas Almaráz, D., Nuñez Ordaz, J., Valdez Martínez, F., López-Pozos, R., & J. L. Arcos-García. 2007. Crecimiento y presentación de la pubertad en iguana verde *Iguana iguana*. pp 90-94. *In*: X Reunión Nacional sobre Iguanas, Tuxtla Gutiérrez.

Rojas, H., Stuardo, L., & D. Benavides. 2005. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Revue scientifique et technique International Office of Epizootics*, 24(2): 549-565. Obtenido de <http://web.oie.int/boutique/extrait/rojas549565.pdf>

Romero, M. L., & L. K. Butler. 2007. Endocrinology of Stress. *International Journal of Comparative Psychology*, 20(2), 89-95. Obtenido de <https://escholarship.org/uc/item/87d2k2xz>

Rose, P., Evans, C., Coffin, R., Miller, R., & S. Nash. 2014. Using student-centred research to evidence-base exhibition of reptiles and amphibians: three species-

specific case studies. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 2(1): 25-32. DOI:10.19227/jzar.v2i1.23

Rosier, R. L., & Langkilde, T. 2011. Does environmental enrichment really matter? A case study using the eastern fence lizard, *Sceloporus undulatus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 131(1-2): 71-76. DOI:10.1016/j.applanim.2011.01.008

Rosss, S., Schapiro, S. J., Hau, J., & K. E. Lukas. 2009. Space use as an indicator of enclosure appropriateness: A novel measure of captive animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 121(1): 42-50. DOI.applanim.2009.08.007

Salas Meneses, S. M. 2013. Evaluación del aporte nutricional, digestibilidad aparente y estimación de consumo de materia seca de dos alimentos comerciales para iguana verde *Iguana iguana*. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Salb, A., Mitchell, M. A., Riggs, S., Diaz-Figueroa, O., & A. Roy. 2007. Characterization of intestinal microflora of captive green iguanas (*Iguana iguana*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, 17(1): 12-15. DOI:10.5818/1529-9651.17.1.12

Sánchez Vásquez, A., De los Santos Romero, R., Cid Flores, R., & Y. Matus Silva. 2013. Ecuaciones de crecimiento para la iguana verde *Iguana iguana*. pp 75-76. *In: VI Taller nacional sobre iguanas*, Puerto de Veracruz.

Sánchez Vázquez, A., Gutiérrez Bailón, R., López Morales, F., & V. Torres Jesús. 2001. Bases legales para la colecta científica y el aprovechamiento sustentable de las iguanas. pp 41-43. *In: Cuarto taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio*,. Puerto Ángel.

Schwenk, K. 1995. Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(1): 7-12. DOI:10.1016/S0169-53470088953-3

Secretaría de economía. 2014. Norma Mexicana NMX-165-AA-SCFI-2014.

Shepherdson, D. J. 1998. Tracing the path of environmental enrichment in zoos. *In: D. J. Shepherdson, J. D. Mellon, & M. Hutchins, Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals*, Smithsonian Institution Press, Washington.

Shepherson, D. J. 2003. Environmental enrichment: past, present and future. *International Zoo Yearbook*, 38(1): 118-124. DOI:10.1111/j.1748-1090.2003.tb02071.x

Shu, L., Sun, B. J., & W. G. Du. 2010. Effects of temperature and food availability on selected body temperature and locomotor performance of *Plestiodon (Eumeces) chinensis (Scincidae)*. *Animal Biology*, 60(3): 337 – 347. DOI:10.1163/157075610X516547

- Siegford, J. M. 2013. Multidisciplinary approaches and assesment techniques to better understan and enhance zoo non human animal welfare. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 16(4): 300-318. DOI:10.1080/10888705.2013.827914
- Siviter, H., Deeming, C., Rosenberger, J., Burman, O. H., Moszuti, S., & A. Wilkinson. 2017. The impact of egg incubation temperature on the personality of oviparous reptiles. *Animal Cognition*, 20(1): 109–116. DOI:10.1007/s10071-016-1030-1
- Spiezio, C., Leonardi, C., & B. Regaiolli. 2017. Assessing colour preference in Aldabra giant tortoises (*Geochelone gigantea*). *Behavioural Processes*145: 60-64. DOI:10.1016/j.beproc.2017.10.006
- Stamps, J. A. 2007. Growth-mortality tradeoffs and ‘personality traits’ in animals. *Ecology letters*, 10 (5): 355-363. DOI:10.1111/j.1461-0248.2007.01034.x
- Stapley, J. 2006. Individual variation in preferred body temperature covaries with social behaviours and colour in male lizards. *Journal of Thermal Biology*, 31(4): 362-369. DOI:10.1016/j.jtherbio.2006.01.008
- Stephen, C., Pasachnik, S., Reuter, A., Mosig, P., Ruyle, L., & L. Fitzgerald. 2012. Survey of status, trade, and exploitation of central american iguanas. pp 1-54 *In: Twenty-sixth Meeting of the Animals Committee, Geneva.*
- Stevenson, R. D., Peterson, C. R., & J. S. Tsuji. 1985. The thermal dependence of locomotion, tongue flicking, digestion, and oxygen consumption in the Wandering Garter Snake. *Physiological Zoology*, 58(1): 46-57. DOI:10.1086/physzool.58.1.30161219
- Stoehr, A. M., & K. J. McGraw. 2001. Ultraviolet reflectance of color patches in male *Sceloporus undulatus* and *Anolis carolinensis*. *Journal of Herpetology*, 35(1): 168-171. DOI:10.2307/1566045
- Swaigood, R. R. 2007. Current status and future directions of applied behavioral research for animal welfare and conservation. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3): 139-162. DOI:10.1016/j.applanim.2006.05.027
- Swaigood, R. R., White, A. M., Xiaoping, Z., Zhang, H., Zhang, G., Rongping, W., Rongping, W., Hare, V. J., Tepper, E. M. & D. G. Lindburg. 2001. A quantitative assessment of the efficacy of an environmental. *Animal Behaviour*, 61(2): 447-457. DOI:10.1006/anbe.2000.1610
- Swanson, P. L. 1950. The Iguana *Iguana Iguana iguana* (L). *Herpetologica*, 6(7): 187-193. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3890004>

- Tarou, L. R., & M. J. Bashaw. 2007. Maximizing the effectiveness of environmental enrichment: Suggestions from the experimental analysis of behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3-4): 189-204. DOI:10.1016/j.applanim.2006.05.026
- Therrien, C. L., Gaster, L., Cunningham-Smith, P., & C. A. Manire. 2007. Experimental evaluation of environmental enrichment of sea turtles. *Zoo Biology*, 26(5): 407–416. DOI:10.1002/zoo.20145
- Troyer, K. 1984. Diet selection and digestion in *Iguana iguana*: the importance of age and nutrient requirements. *Oecologia*, 61(2): 201-207. DOI:10.1007/BF00396761
- Valencia García, C. 2003. Experiencias en el tratamiento de las patologías y aspectos sanitarios presentados en la UMA "Cementos Apasco". pp 16-25. *In: VI Taller nacional sobre iguanas, Puerto de Veracruz.*
- Valencia García, C. 2004a. Proyecto piloto: Comparación de sustratos incubatorios. pp 29-37. *In: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto Escondido.*
- Valencia García, C. 2004b. Proyecto piloto: prevención de hongos durante la incubación. pp 37-41. *In: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto Escondido.*
- Valencia García, C. 2004c. Proyecto piloto: Inducción en talla de crías, ventajas y desventajas. pp 69-75. *In: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto Escondido.*
- Valenzuela, L. G. 1981. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* *Reptilia: Iguanidae* en la costa de Jalisco. Tesis de Maestría UNAM. México, México D.F.
- Vaughan, R. K., Dixon, J. R., & J. L. Cooke. 1996. Behavioral interference for perch sites in two species of introduced house geckos. *Journal of Herpetology*, 30(1): 46-51. DOI:10.2307/1564705
- Vázquez Pérez, D., & F. Villegas Zurita. 2000. Desarrollo de un sistema de marcaje para iguanas en la UMA Iguanas de Tabasco. pp 17-20. *In: Tercer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Acapulco.*
- Venables, W. N., & B. D. Ripley. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York. DOI:10.1007/978-0-387-21706-2
- Villaseñor Zamorano, E. 1999. Manejo intensivo de crías de iguana verde, *Iguana iguana*, para el establecimiento de una. pp 16-19. *In: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.*
- Villegas Zurita, F. 1999. Técnica para la obtención de huevos de iguanas: su uso y variaciones en México. pp 8-10. *In: Segundo taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Colima.*

- Villegas Zurita, F. 2001. Evaluación de la incubación artificial de huevos de iguana verde *Iguana iguana*. pp 1-5. *In*: Cuarto taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Puerto Ángel.
- Villegas Zurita, F. 2004. Volúmenes de exportación de iguana verde (*Iguana iguana*) de los países de Centroamérica y México entre 1991 y 2002. pp 15-28. *In*: VII Reunión Nacional de Iguanas, Puerto Escondido.
- Villegas Zurita, F., & E. Bustos Crispin. 2001. Enfermedades comunes de iguanas en cautiverio, tratamiento y prevención. pp 28-32. *In*: Cuarto taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio, Puerto Ángel.
- Villegas Zurita, F., & J. Segovia Sáenz. 1988. Incubación de huevos de iguana (*Reptilia: Iguanidae*): Técnicas y efecto de la temperatura y humedad. pp 18-21. *In*: Primer taller nacional sobre manejo de iguana en cautiverio, Pátzcuaro.
- Vitt, L. J., Congdon, J. D., & N. A. Dickson. 1977. Adaptive strategies and energetics of tail autonomy in lizards. *Ecology*, 58(2): 326-337. DOI:10.2307/1935607
- Walsh, S., Goulet, C. T., Wong, B. B., & D. G. Chapple. 2018. Inherent behavioural traits enable a widespread lizard to cope with urban life. *Journal of Zoology*, 3063, 189-196. DOI:10.1111/jzo.12582
- Warwick, C. 1990. Reptilian ethology in captivity: observations of some problems and an evaluation of their aetiology. *Applied Animal Behaviour Science*, 26(1): 1-13. DOI:10.1016/0168-15919090082-O
- Warwick, C. 1995. Psychological and behavioural principles and problems. *In*: C. Warwick, F. Frye, & J. Murphy, *Health and welfare of captive reptiles*, Springer Science +Business Media, B.V.
- Warwick, C., Arena, P., Lindley, S., Jessop, M., & C. Steedman. 2013. Assessing reptile welfare using behavioural criteria. *In practice*, 35(3): 123-131. DOI:10.1136/inp.f1197
- Waters, R. M., Bowers, B. B., & G. M. Burghardt. 2017. Personality and individuality in reptile behavior. pp 153-184. *In*: J. Vonk, A. Weiss, & S. A. Kuczaj, *Personality in Nonhuman Animals*, Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-59300-5_8
- Watters, J. V., & C. L. Meehan. 2007. Different strokes: Can managing behavioral types increase post-release success? *Applied Animal Behaviour Science*, 102(3-4): 364-379. DOI: 10.1016/j.applanim.2006.05.036.
- Webster, A. J. 1995. Welfare considerations in future selection and management strategies. *BSAP Occasional Publication*, 19: 87-93. DOI:<https://www.cambridge.org/core/journals/bsap-occasional->

publication/article/welfare-considerations-in-future-selection-and-management-strategies/0E0EE984A8A8D03E70997975B74FCCEE

Webster, A. J. 2001. Farm Animal Welfare: the Five Freedoms and the Free Market. *The Veterinary Journal*, 161(3): 229-237. DOI:10.1053/tvjl.2000.0563

Wedderburn, R. 1974. Quasi-Likelihood Functions, Generalized Linear Models, and the Gauss-Newton Method. *Biometrika*, 61 (3) 439-447. DOI:10.2307/2334725

Westlund, K. 2014. Training is enrichment—And beyond. *Applied Animal Behaviour Science*, 152: 1-6. DOI:10.1016/j.applanim.2013.12.009

Wheler, C. L., & J. E. Fa. 1995. Enclosure utilization and activity of Round Island geckos *Phelsuma guentheri*. *Zoo Biology*, 14(4): 361-369. DOI:10.1002/zoo.1430140407

Whitham, J. C., & N. Wielebnowski. 2013. New directions for zoo animal welfare science. *Applied Animal Behaviour Science*, 147(3-4): 247-240. DOI:http://dx.Doi.org/10.1016/j.applanim.2013.02.004

Wilkinson, S. L. 2015. Reptile wellnes management. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 18(2) 281-304. DOI:10.1016/j.cvex.2015.01.001

Williams, B. G., Waran, N. K., Carruthers, J., & R. J. Young 1996. The effect of a moving bait on the behaviour of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Animal Welfare*, 5(3): 271-281.

Xu, C., Dang , W., Luo, L., & H. Lu. 2015. Aquatic and terrestrial locomotor performance of juvenile three-keeled pond turtles acclimated to different temperatures. *Animal Biology*, 65(3-4): 257–269. DOI:10.1163/15707563-00002475

Young, R. J. 2003. Environmental enrichment for captive animals. Blackwell publishing, Delfour.

Zubair, A. K., & S. Leeson. 1996. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *World's Poultry Science Journal*, 52(2): 189-201. DOI:10.1079/WPS19960015

ANEXOS

Anexo A1. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento general” en P1 y P3.

Comportamiento	Tratamiento general					
	P1:C0:H1	P1:C0:H2	P1:C0:H3	P3:C0:H1	P3:C0:H2	P3:C0:H3
Alerta	18.6	21.39	9.6	14.6	16.56	26.15
Descanso	24.55	21.39	38.4	25.55	22.08	20.77
Desplazamiento	25.58	17.91	18.40	15.69	13.64	8.46
Dormir	0.52	1.00	7.20	4.01	6.17	17.69
Escalar	2.07	1.99	6.40	4.38	4.87	0.77
Letargo	1.29	0.5	0.8	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	-	-
Sujeción	2.84	5.97	4.8	3.65	7.14	1.54
Sumergir	-	-	-	-	-	-
Nadar	-	-	-	-	-	-
Búsqueda activa	-	-	-	-	0.65	1.54
Búsqueda pasiva	2.84	2.49	3.2	2.92	0.97	2.31
Acicalamiento	2.84	1.49		3.28	4.87	
Beber	0.78	1.99		0.36	2.27	1.54
Comer	0.78	1	0.8		0.97	0.77
Morder	-	-	-	-	-	-
Defecar	0.78	0.5	-	0.36	0.97	0.77
Exhibición básica	0.78	-	-	11.31	6.17	3.08
Exhibición corporal	2.58	4.98	2.4	-	-	-
Exhibición con movimientos		0.5	-	-	-	-
Saltar	0.52	-	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	3.65	2.6	10
Interacción con límites	12.66	16.92	8	10.22	10.06	4.62
No visible	-	-	-	-	-	-
Caer	-	-	-	-	-	-

Nota: - Comportamiento no presentado.

Anexo A2. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento general” en P2.

Comportamiento	Tratamiento general								
	P2:C0:H1	P2:C0:H2	P2:C0:H3	P2:C1:H1	P2:C1:H2	P2:C1:H3	P2:C2:H1	P2:C2:H2	P2:C2:H3
Alerta	8.7	14.47	6	10.79	16.77	16.98	16.69	14.93	18.58
Descanso	25	25	28	7.91	9.94	4.72	17.66	15.38	16.12
Desplazamiento	8.70	9.21	12.00	15.83	19.88	11.32	19.42	24.21	16.67
Dormir	6.52	2.63	14.00	6.47	2.48	4.72	1.44	2.49	9.02
Escalar	15.22	14.47		7.91	2.48	10.38	5.94	4.07	3.83
Letargo	4.35	3.95	4	1.44	0.62	2.83	-	-	-
Perchar	-	-	-	3.6	6.21	15.09	0.48	0.9	2.19
Sujeción	14.13	9.21	6	17.99	13.04	11.32	14.13	18.55	14.75
Sumergir	-	-	-	-	-	-	0.32	-	-
Nadar	-	-	-	-	-	-	0.64	-	-
Búsqueda activa	2.17	1.32	2	6.47	3.73	7.55	4.17	3.62	1.37
Búsqueda pasiva	1.09			1.44	0.62	0.94	2.09	1.13	2.73
Acicalamiento	-	1.32	2		6.83	2.83	2.73	0.9	1.09
Beber	-	-		2.88			1.28		0.27
Comer	-	-	4	2.16	1.24	1.89	0.96	1.81	1.09
Morder	-	-	-	-	0.62	-	-	0.23	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	0.48	0.23	-
Exhibición básica	4.35	1.32	2	7.91	4.35	2.83	2.25	2.49	2.19
Exhibición corporal		3.95	2	1.44	4.35	3.77	1.28	1.13	-
Exhibición con movimientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saltar	-	-	-	-	-	0.94	0.16		-
Defensa al medio	5.43	5.26	18				0.16		-
Interacción con límites	4.35	7.89		4.32	6.21	1.89	5.46	4.52	6.28
No visible	-	-	-	-	-	-	2.09	2.26	3.55
Caer	-	-	-	1.44	0.62	-	0.16	1.13	0.27

Nota: - Comportamiento no presentado.

Anexo B. Porcentajes de comportamiento por “tratamiento específico”.

Comportamiento	Tratamiento específico														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alerta	9.3	5.88	8.51	8.82	24	26.67	5.56	16.28	41.67	12.5	21.74	18.75	17.86	19.44	12.5
Descanso	2.33	5.88	6.38	17.65	28	13.33	5.56	4.65	-	6.25	8.7	-	7.14	8.33	-
Desplazamiento	4.65	5.88	4.26	17.65	16	6.67	27.78	30.23	8.33	18.75	17.39	31.25	21.43	25	18.75
Dormir	2.33	-	-	5.88	4	13.33	-	-	-	25	4.35	6.25	7.14	5.56	12.5
Escalar	16.28	2.94	23.4	11.76	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Letargo	-	-	2.13	5.88	4	6.67	-	-	8.33	-	-	-	-	-	-
Perchar	2.33	17.65	23.4	-	-	-	16.67	-	8.33	6.25	13.04	12.5	-	2.78	12.5
Sujeción	20.93	8.82	2.13	8.82	4	13.33	22.22	25.58	16.67	25	8.7	18.75	17.86	11.11	25
Búsqueda activa	11.63	5.88	4.26	5.88	-	13.33	11.11	6.98	16.67	-	-	-	-	2.78	12.5
Búsqueda pasiva	2.33	-	2.13	-	-	-	5.56	2.33	-	-	-	-	-	-	-
Acicalamiento	-	11.76	6.38	-	-	-	-	-	-	-	13.04	-	-	11.11	-
Beber	2.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.71	-	-
Comer	2.33	2.94	-	2.94	-	-	5.56	-	-	-	-	6.25	-	2.78	6.25
Morder	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.35	-	-	-	-
Exhibición básica	9.3	8.82	4.26	8.82	-	6.67	-	-	-	6.25	4.35	-	10.71	8.33	-
Exhibición corporal	4.65	17.65	6.38	-	4	-	-	-	-	-	-	6.25	-	-	-
Saltar	-	-	2.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interacción con límites	6.98	5.88	4.26	5.88	4	-	-	11.63	-	-	4.35	-	3.57	2.78	-
No visible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caer	2.33	-	-	-	-	-	-	2.33	-	-	-	-	3.57	-	-

Nota: **1)** T1:A:H1, **2)** T1:A:H2, **3)** T1:A:H3, **4)** T1:A+B:H1, **5)** T1:A+B:H2, **6)** T1:A+B:H3, **7)** T1:A+C:H1, **8)** T1:A+C:H2, **9)** T1:A+C:H3,

10) T1:A+D:H1, **11)** T1:A+D:H2, **12)** T1:A+D:H3, **13)** T1:A+E:H1, **14)** T1:A+E:H2 y **15)** T1:A+E:H3.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo B

Comportamiento	Tratamiento específico															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Alerta	-	5.26	26.67	15.38	25	16.67	13.56	17.95	31.58	16.22	10	11.11	23.21	21.05	17.39	
Descanso	-	21.05	-	38.46	25	16.67	13.56	15.38	26.32	16.22	30	44.44	23.21	42.11	26.09	
Desplazamiento	-	15.79	13.33	-	8.33	-	27.12	25.64	5.26	32.43	20	11.11	23.21	10.53	8.7	
Dormir	-	-	-	-	-	-	-	2.56	26.32	-	5	27.78	-	10.53	26.09	
Escalar	15.38	15.79	-	25.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Perchar	-	-	-	-	8.33	-	-	2.56	-	-	-	-	-	-	-	
Sujeción	69.23	42.11	33.33	7.69	-	-	16.95	12.82	-	18.92	5	-	7.14	5.26	-	
Búsqueda activa	-	-	13.33	2.56	8.33	-	8.47	12.82	-	2.7	10	-	10.71	5.26	-	
Búsqueda pasiva	-	-	-	-	-	-	1.69	2.56	-	2.7	5	-	3.57	-	8.7	
Acicalamiento	-	-	-	-	-	-	1.69	-	-	-	-	-	-	-	4.35	
Beber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	-	7.14	-	-	
Comer	-	-	-	-	-	-	-	2.56	-	-	-	-	-	-	-	
Morder	-	-	-	-	-	-	-	2.56	-	-	-	-	-	-	-	
Defecar	-	-	-	-	-	-	1.69	2.56	-	-	-	-	-	-	-	
Exhibición básica	-	-	6.67	10.26	-	-	1.69	-	-	2.7	-	-	-	-	4.35	
Interacción con límites	15.38	-	6.67	-	-	-	11.86	-	-	2.7	-	-	-	-	-	
No visible	-	-	-	-	25	66.67	1.69	-	10.53	2.7	15	5.56	1.79	5.26	4.35	

Nota: **16)** T2:A:H1, **17)** T2:A:H2, **18)** T2:A:H3, **19)** T1:A+B:H1, **20)** T2:A+B:H2, **21)** T2:A+B:H3, **22)** T2:A+B+E:H1, **23)** T2:A+B+E:H2, **24)** T2:A+B+E:H3, **25)** T2:A+B+E+C:H1, **26)** T2:A+B+E+C:H2, **27)** T2:A+B+E+C:H3, **28)** T2:A+B+E+C+D:H1, **29)** T2:A+B+E+C+D:H2 y **30)** T2:A+B+E+C+D:H3.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo B

Comportamiento	Tratamiento específico														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Alerta	7.5	-	21.43	16.33	13.21	-	6.98	13.04	5.41	24.14	8.33	30.77	19.67	16.67	20.51
Descanso	12.5	10	3.57	10.2	5.66	-	13.95	-	2.7	6.9	22.22	30.77	24.59	19.05	20.51
Desplazamiento	5	10	7.14	14.29	30.19	12.5	30.23	34.78	29.73	27.59	30.56	7.69	31.15	35.71	28.21
Dormir	-	5	7.14	-	-	12.5	2.33	-	8.11	10.34	8.33	15.38	-	-	10.26
Escalar	20	20	17.86	12.24	3.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	-	12.5	6.98	4.35	10.81	-	-	-	-	-	-
Sujeción	32.5	35	25	12.24	18.87	37.5	11.63	30.43	24.32	6.9	22.22	-	8.2	9.52	12.82
Sumergir	-	-	-	4.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nadar	-	-	-	6.12	-	-	2.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Búsqueda activa	2.5	-	3.57	4.08	7.55	-	2.33	-	2.7	10.34	-	-	-	-	-
Búsqueda pasiva	2.5	-	-	-	-	-	-	-	5.41	-	-	-	-	2.38	2.56
Acicalamiento	7.5	-	-	-	1.89	-	-	-	2.7	6.9	-	-	-	4.76	-
Beber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.64	-	2.56
Comer	-	-	-	2.04	3.77	-	-	4.35	-	-	2.78	-	4.92	-	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	2.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	-	5	-	6.12	1.89	-	4.65	-	-	-	-	-	-	2.38	2.56
Exhibición corporal	-	10	-	2.04	1.89	-	6.98	-	-	-	-	-	-	2.38	-
Saltar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.64	-	-
Interacción con límites	10	5	14.29	2.04	5.66	-	6.98	8.7	5.41	-	5.56	-	6.56	7.14	-
No visible	-	-	-	8.16	3.77	25	2.33	4.35	2.7	6.9	-	15.38	1.64	-	-
Caer	-	-	-	-	1.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: **31)** T3:A:H1, **32)** T3:A:H2, **33)** T3:A:H3, **34)** T3:A+C:H1, **35)** T3:A+C:H2, **36)** T3:A+C:H3, **37)** T3:A+C+D:H1, **38)** T3:A+C+D:H2, **39)** T3:A+C+D:H3, **40)** T3:A+C+D+B:H1, **41)** T3:A+C+D+B:H2, **42)** T3:A+C+D+B:H3, **43)** T3:A+C+D+B+E:H1, **44)** T3:A+C+D+B+E:H2 y **45)** T3:A+C+D+B+E:H3.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo B

Comportamiento	Tratamiento específico															
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
Alerta	8.33	10.87	16	27.5	19.23	5.56	14.81	12.82	17.65	30	40	36.84	12.5	17.39	27.27	
Descanso	-	2.17	6	15	11.54	44.44	33.33	12.82	5.88	18	12	36.84	34.38	34.78	18.18	
Desplazamiento	6.25	15.22	6	17.5	26.92	11.11	25.93	35.9	37.25	20	12	5.26	12.5	17.39	13.64	
Dormir	-	-	-	2.5	-	11.11	3.7	-	1.96	6	8	10.53	-	4.35	-	
Escalar	20.83	19.57	18	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Perchar	-	-	-	-	3.85	5.56	-	-	-	-	-	-	-	-	9.09	
Sujeción	31.25	26.09	26	7.5	23.08	5.56	3.7	28.21	19.61	4	4	-	9.38	4.35	4.55	
Búsqueda activa	4.17	-	2	2.5	3.85	-	-	-	-	6	8	-	-	-	-	
Búsqueda pasiva	6.25	-	-	2.5	-	5.56	-	-	3.92	8	4	-	-	4.35	9.09	
Acicalamiento	-	-	-	7.5	-	11.11	-	-	-	8	-	-	12.5	4.35	-	
Beber	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Comer	2.08	-	4	-	3.85	-	3.7	-	-	-	4	-	-	4.35	9.09	
Defecar	2.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Exhibición básica	-	4.35	-	-	-	-	3.7	5.13	3.92	-	8	5.26	6.25	8.7	9.09	
Exhibición corporal	6.25	2.17	-	-	-	-	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	
Defensa al medio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.13	-	-	
Interacción con límites	10.42	10.87	22	10	7.69	-	7.41	5.13	7.84	-	-	5.26	3.13	-	-	
No visible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	-	-	
Caer	2.08	8.7	-	-	-	-	-	-	1.96	-	-	-	-	-	-	

Nota: **46)** T4:A:H1, **47)** T4:A:H2, **48)** T4:A:H3, **49)** T4:A+D:H1, **50)** T4:A+D:H2, **51)** T4:A+D:H3, **52)** T4:A+D+B:H1, **53)** T4:A+D+B:H2, **54)** T4:A+D+B:H3, **55)** T4:A+D+B+E:H1, **56)** T4:A+D+B+E:H2, **57)** T4:A+D+B+E:H3, **58)** T4:A+D+B+E+C:H1, **59)** T4:A+D+B+E+C:H2 y **60)** T4:A+D+B+E+C:H3.

- Comportamiento no presentado.

Anexo C. Tiempo promedio por comportamiento en “tratamientos generales”.

Comportamiento	Tratamiento general					
	P1:C0:H1	P1:C0:H2	P1:C0:H3	P3:C0:H1	P3:C0:H2	P3:C0:H3
Alerta	61.3 ± 2.55	97.63 ± 3.35	148.98 ± 3.46	59.55 ± 2.74	47.1 ± 3.05	122.23 ± 3.21
Descanso	118.2 ± 3.25	165.06 ± 3.58	102.83 ± 4.24	66.46 ± 3.17	69.27 ± 3.23	221.67 ± 2.78
Desplazamiento	15.63 ± 2.44	16.92 ± 2.64	23.02 ± 3.02	13.3 ± 1.93	8.96 ± 2.14	17 ± 2.71
Dormir	154.92 ± 1.05	162.51 ± 1.25	72.53 ± 2.22	51.99 ± 2.85	66.2 ± 3.09	71.67 ± 2.28
Escarlar	32.2 ± 2.3	22.65 ± 2.46	42.44 ± 2.06	13.09 ± 1.75	13.65 ± 1.8	26 ± 1
Letargo	341.37 ± 2.49	539 ± 1	129 ± 1	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	-	-
Sujeción	41.88 ± 5.4	23.26 ± 2.9	23.8 ± 3.49	70.84 ± 3.92	46.69 ± 3.02	101 ± 12.43
Sumergir	-	-	-	-	-	-
Nadar	-	-	-	-	-	-
Búsqueda activa	-	-	-	-	23.32 ± 1.7	20.4 ± 1.89
Búsqueda pasiva	11.83 ± 1.8	13.53 ± 3.15	14.17 ± 2.18	10.57 ± 2.28	9.62 ± 3.32	52.88 ± 1.08
Acicalamiento	11 ± 2.95	3.91 ± 1.8	-	12.77 ± 2.39	16.94 ± 2.7	-
Beber	11.48 ± 1.69	11.39 ± 1.86	-	3 ± 1	39.44 ± 2.05	225.28 ± 1.16
Comer	52.88 ± 1.65	34.42 ± 3.24	18 ± 1	-	46.23 ± 7.42	110 ± 1
Morder	-	-	-	-	-	-
Defecar	6 ± 3.32	8 ± 1	-	10 ± 1	30.62 ± 1.3	93 ± 1
Exhibición básica	106.03 ± 1.21	-	-	87.85 ± 2.62	50.19 ± 2.88	24.33 ± 2.4
Exhibición corporal	-	5 ± 1	-	-	-	-
Exhibición con movimientos	74.36 ± 2.55	69.47 ± 4.87	298.99 ± 2.01	-	-	-
Saltar	3 ± 1	-	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	104.64 ± 4.9	220.71 ± 2.05	169.85 ± 3.24
Interacción con límites	31.06 ± 2.61	41.8 ± 2.67	45.06 ± 1.92	22.11 ± 1.87	27.26 ± 2	31.51 ± 1.77
No visible	-	-	-	-	-	-
Caer	-	-	-	-	-	-

Nota: - Comportamiento no presentado

Continuación anexo C

Comportamiento	Tratamiento general								
	P2:C0:H1	P2:C0:H2	P2:C0:H3	P2:C1:H1	P2:C1:H2	P2:C1:H3	P2:C2:H1	P2:C2:H2	P2:C2:H3
Alerta	56.16 ± 2.17	48.17 ± 3.88	105.68 ± 3.17	52.79 ± 2.92	29.17 ± 3.03	81.38 ± 2.03	53.01 ± 2.86	74.16 ± 3.15	56.16 ± 2.17
Descanso	209.72 ± 3.35	420.08 ± 2.12	289.13 ± 2.48	91.22 ± 3.78	63.52 ± 4.35	59.01 ± 3.54	80.2 ± 2.82	114.33 ± 3.09	209.72 ± 3.35
Desplazamiento	24.88 ± 2.3	26.81 ± 2.17	15.28 ± 3.69	26.57 ± 2.69	16.12 ± 2.12	16.65 ± 1.78	19.19 ± 2.24	21.66 ± 2.46	24.88 ± 2.3
Dormir	134.61 ± 3.23	288.89 ± 1.16	140.32 ± 2.47	162.36 ± 2.48	311.53 ± 1.58	383.74 ± 1.7	107.27 ± 2.42	134.8 ± 3.02	134.61 ± 3.23
Escalar	18.41 ± 2.15	19.42 ± 1.98	-	14.38 ± 1.89	18.07 ± 1.88	17.28 ± 2.3	15.88 ± 2.43	26.16 ± 2.51	18.41 ± 2.15
Letargo	262.55 ± 2.88	600 ± 1	600 ± 1	600 ± 1	600 ± 1	600 ± 1	-	-	262.55 ± 2.88
Perchar	-	-	-	105.87 ± 2.88	144.92 ± 2.51	87.07 ± 2.63	130.73 ± 2.54	92.09 ± 5.05	-
Sujeción	67.27 ± 4.29	23.6 ± 2.4	392.53 ± 2.09	84.4 ± 3.48	97.64 ± 3.99	229.74 ± 3.14	91.08 ± 3.27	87.68 ± 3.87	67.27 ± 4.29
Sumergir	-	-	-	-	-	-	18.97 ± 1.91	-	-
Nadar	-	-	-	-	-	-	15.2 ± 1.6	-	-
Búsqueda activa	6.63 ± 2.04	5 ± 1	5 ± 1	28.26 ± 2.17	24.02 ± 1.85	34.42 ± 2.55	27.35 ± 2.57	26.26 ± 2.54	6.63 ± 2.04
Búsqueda pasiva	4 ± 1	-	-	8.25 ± 2.78	4 ± 1	39 ± 1	29.69 ± 2.98	26.87 ± 3.98	4 ± 1
Acicalamiento	-	11 ± 1	17 ± 1	-	18.76 ± 2.14	21.56 ± 2.43	10.83 ± 1.67	60.7 ± 1.94	-
Beber	-	-	-	60.13 ± 1.9	-	-	20.54 ± 2.26	-	-
Comer	-	-	61.16 ± 2.29	21.79 ± 2.12	27.48 ± 11.13	95.68 ± 2.82	25.57 ± 2.26	36.39 ± 1.64	-
Morder	-	-	-	-	30 ± 1	-	-	16 ± 1	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	21.44 ± 1.87	21 ± 1	-
Exhibición básica	69.52 ± 4.46	137 ± 1	600 ± 1	89.97 ± 2.54	61.88 ± 1.87	129.34 ± 1.38	76.5 ± 2.18	64.36 ± 3.18	69.52 ± 4.46
Exhibición corporal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición con movimientos	-	88.48 ± 1.69	97 ± 1	154.82 ± 1.69	64.86 ± 2.54	95.34 ± 2.71	32.49 ± 2.13	99.8 ± 2.65	-
Saltar	-	-	-	-	-	5 ± 1	3 ± 1	-	-
Defensa al medio	339.94 ± 2.41	495.47 ± 1.47	529.34 ± 1.29	-	-	-	31 ± 1	-	339.94 ± 2.41
Interacción con límites	16.73 ± 1.33	25.81 ± 1.87	-	17.03 ± 1.59	26 ± 1.9	15.72 ± 1.31	20.16 ± 2.08	18.49 ± 1.9	16.73 ± 1.33
No visible	-	-	-	-	-	-	150.05 ± 3.57	507.28 ± 1.43	-
Caer	-	-	-	4.9 ± 2	3 ± 1	-	2 ± 1	2.49 ± 1.63	-

Nota: - Comportamiento no presentado

Anexo D Tiempo promedio por comportamiento en “tratamientos específicos de P2”.

Comportamiento	Tratamientos específico de P2						
	1	2	3	4	5	6	7
Alerta	25.67 ± 2.28	47.18 ± 3.14	36.59 ± 1.95	23.87 ± 1.38	25.88 ± 3.97	152.38 ± 1.38	190 ±
Descanso	75 ±	40.56 ± 1.23	25.19 ± 1.53	161.08 ± 2.89	131.68 ± 5.7	211.59 ± 2.15	4 ±
Desplazamiento	24.25 ± 1.23	30.98 ± 1.05	21.35 ± 1.18	33.71 ± 2.75	12.84 ± 1.79	64 ±	59.15 ± 2.32
Dormir	392 ±	-	-	161.99 ± 2.71	600 ±	439.55 ± 1.55	-
Escalar	13.17 ± 2.13	8 ±	17.28 ± 2.3	16.78 ± 1.49	23.7 ± 1.48	-	-
Letargo	-	-	600 ±	600 ± 1	600 ±	600 ±	-
Perchar	208 ±	108.15 ± 2.18	67.81 ± 2.17	-	-	-	105.79 ± 3.8
Sujeción	54.53 ± 4.42	112.92 ± 18.05	600 ±	97.09 ± 1.14	600 ±	263.82 ± 3.2	207.24 ± 3.09
Búsqueda activa	33.83 ± 2.78	41.42 ± 2.45	13.75 ± 1.82	21.17 ± 1.49	-	38.37 ± 1.29	24.08 ± 1.3
Búsqueda pasiva	17 ±	-	39 ±	-	-	-	4 ±
Acicalamiento	-	21.77 ± 1.68	21.56 ± 2.43	-	-	-	-
Beber	82 ±	-	-	-	-	-	-
Comer	45 ±	151 ±	-	10 ±	-	-	23 ±
Morder	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	60.85 ± 4.67	72.62 ± 1.8	148.59 ± 1.35	105.94 ± 1.25	-	98 ±	-
Exhibición corporal	154.82 ± 1.69	67.96 ± 2.75	94.15 ± 3.39	-	49 ±	-	-
Saltar	-	-	5 ±	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	-	-	-	-
Interacción con límites	12.55 ± 1.54	33.99 ± 3.18	15.72 ± 1.31	20.62 ± 1.31	55 ±	-	-
No visible	-	-	-	-	-	-	-
Caer	8 ±	-	-	-	-	-	-

Nota: 1) T1:A:H1, 2) T1:A:H2, 3) T1:A:H3, 4) T1:A+B:H1, 5) T1:A+B:H2, 6) T1:A+B:H3, 7) T1:A+C:H1.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Alerta	15.95 ± 1.84	129.29 ± 1.43	207.28 ± 1.07	66.18 ± 3.09	58.01 ± 1.2	67.77 ± 2.79	28.72 ± 3.03	60 ± 2.06
Descanso	12.41 ± 1.19	-	123 ±	57.6 ± 1.56	-	75.12 ± 1.48	49.57 ± 4.39	-
Desplazamiento	15.17 ± 1.99	13 ±	24.9 ± 2.22	22.69 ± 2.63	12.52 ± 1.55	11.45 ± 2.3	14.46 ± 2.45	15.72 ± 1.6
Dormir	-	-	128.63 ± 2.95	302 ±	546 ±	166.85 ± 2.83	227.99 ± 1.01	280.86 ± 2.14
Escalar	-	-	-	-	-	-	-	-
Letargo	-	600 ±	-	-	-	-	-	-
Perchar	-	462 ±	54 ±	162.06 ± 2.74	180 ± 5.49	-	600 ±	72.36 ± 2.02
Sujeción	104.25 ± 2.6	600 ± 1	129.39 ± 3.07	213.99 ± 3.15	180.92 ± 2.99	59.01 ± 3.25	31.36 ± 1.9	124.83 ± 4.21
Búsqueda activa	17.19 ± 1.33	22.05 ± 1.33	-	-	-	-	22 ±	120.77 ± 1.86
Búsqueda pasiva	4 ±	-	-	-	-	-	-	-
Acicalamiento	-	-	-	15.92 ± 1.32	-	-	18.28 ± 3.48	-
Beber	-	-	-	-	-	54.22 ± 2.11	-	-
Comer	-	-	-	-	46 ±	-	5 ±	199 ±
Morder	-	-	-	30 ±	-	-	-	-
Exhibición básica	-	-	73 ±	41 ±	-	137.99 ± 1.34	60.47 ± 2.31	-
Exhibición corporal	-	-	-	-	99 ±	-	-	-
Saltar	-	-	-	-	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	-	-	-	-	-
Interacción con límites	25.79 ± 1.61	-	-	15 ±	-	29 ±	13 ±	-
No visible	-	-	-	-	-	-	-	-
Caer	3 ±	-	-	-	-	3 ±	-	-

Nota: **8)** T1:A+C:H2, **9)** T1:A+C:H3, **10)** T1:A+D:H1, **11)** T1:A+D:H2, **12)** T1:A+D:H3, **13)** T1:A+E:H1, **14)** T1:A+E:H2 y **15)** T1:A+E:H3

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2						
	16	17	18	19	20	21	22
Alerta	-	44 ±	37.44 ± 4.78	52.95 ± 3.09	200.75 ± 2.63	600 ±	37.6 ± 1.67
Descanso	-	93.98 ± 2.2	-	76.57 ± 3.09	109.85 ± 3.61	600 ±	46.68 ± 2.85
Desplazamiento	-	13.39 ± 3.19	8.94 ± 1.17	-	112 ±	-	19.25 ± 2.57
Dormir	-	-	-	-	-	-	-
Escarlar	17.2 ± 7.87	22.1 ± 1.68	-	19.27 ± 2.05	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	600 ±	-	-
Sujeción	321.33 ± 2.03	245.52 ± 2.97	600 ± 1	107.96 ± 3.63	-	-	80.76 ± 2.58
Búsqueda activa	-	-	40.5 ± 1.02	9 ±	119 ±	-	26.22 ± 2.2
Búsqueda pasiva	-	-	-	-	-	-	18 ±
Acicalamiento	-	-	-	-	-	-	17 ±
Beber	-	-	-	-	-	-	-
Comer	-	-	-	-	-	-	-
Morder	-	-	-	-	-	-	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	16 ±
Exhibición básica	-	-	19 ±	64.17 ± 1.81	-	-	24 ±
Interacción con límites	14.42 ± 1.16	-	50 ±	-	-	-	16.31 ± 1.86
No visible	-	-	-	-	446.34 ± 1.67	600 ± 1	600 ±

Nota: **16)** T2:A:H1, **17)** T2:A:H2, **18)** T2:A:H3, **19)** T1:A+B:H1, **20)** T2:A+B:H2, **21)** T2:A+B:H3, **22)** T2:A+B+E:H1

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2 Tratamiento							
	23	24	25	26	27	28	29	30
Alerta	57.82 ± 3.72	126.04 ± 1.89	82.6 ± 4.18	88.44 ± 4.03	230.63 ± 2.13	54.28 ± 2.77	134.58 ± 1.95	72.81 ± 3.1
Descanso	61.2 ± 8.23	90.21 ± 2.91	88.33 ± 3.47	132.08 ± 2.22	129.2 ± 3.42	77.31 ± 3.07	122.82 ± 2.87	124.52 ± 5.35
Desplazamiento	17.46 ± 1.73	15 ±	14.23 ± 1.6	35.78 ± 1.51	6 ± 1	14.15 ± 1.89	18.49 ± 1.04	29.93 ± 2.43
Dormir	110 ±	82.09 ± 3.72	-	16 ±	77.3 ± 3.29	-	130.19 ± 2.18	82.13 ± 3
Escalar	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchar	135 ±	-	-	-	-	-	-	-
Sujeción	62.16 ± 4.56	-	48.85 ± 4.41	600 ±	-	75.49 ± 3.55	600 ±	-
Búsqueda activa	26.79 ± 2.92	-	112 ±	21.02 ± 1.35	-	16.06 ± 2.04	9 ±	-
Búsqueda pasiva	93 ±	-	70 ±	5 ±	-	6.63 ± 5.45	-	19.34 ± 1.2
Acicalamiento	-	-	-	-	-	-	-	3 ±
Beber	-	-	22 ±	-	-	16.98 ± 3.29	-	-
Comer	21 ±	-	-	-	-	-	-	-
Morder	16 ±	-	-	-	-	-	-	-
Defecar	21 ±	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	-	-	61 ±	-	-	-	-	60 ±
Interacción con límites	-	-	22 ±	-	-	-	-	-
No visible	-	600 ± 1	192 ±	460.92 ± 1.58	600 ±	60 ±	600 ±	600 ±

Nota: **23)** T2:A+B+E:H2, **24)** T2:A+B+E:H3, **25)** T2:A+B+E+C:H1, **26)** T2:A+B+E+C:H2, **27)** T2:A+B+E+C:H3, **28)** T2:A+B+E+C+D:H1, **29)** T2:A+B+E+C+D:H2 y **30)** T2:A+B+E+C+D:H3.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2 Tratamiento						
	31	32	33	34	35	36	37
Alerta	17.88 ± 1.53	-	71.37 ± 2.67	46 ± 1.93	48.31 ± 2.56	-	23.73 ± 2.93
Descanso	58.81 ± 1.81	127.28 ± 8.96	600 ±	74.8 ± 3.14	93.21 ± 2.43	-	87.41 ± 2.41
Desplazamiento	5.48 ± 4.16	13.78 ± 1.57	35.33 ± 1.15	17.79 ± 2.49	32 ± 2.41	8 ±	21.82 ± 2.97
Dormir	-	63 ±	39.23 ± 2.79	-	-	600 ±	48 ±
Escalar	16.84 ± 3.27	26.56 ± 3.71	20.73 ± 1.71	21.48 ± 1.51	50.67 ± 4.69	-	-
Perchar	-	-	-	-	-	600 ±	130.73 ± 2.54
Sujeción	105.66 ± 4.02	182.19 ± 4.53	112.88 ± 4.56	43.67 ± 3.19	21.01 ± 1.87	309.06 ± 2.67	127.05 ± 3.12
Sumergir	-	-	-	18.97 ± 1.91	-	-	-
Nadar	-	-	-	14.11 ± 1.73	-	-	19 ±
Búsqueda activa	24 ±	-	25 ±	68.21 ± 2.79	21.42 ± 2.35	-	12 ±
Búsqueda pasiva	20 ±	-	-	-	-	-	-
Acicalamiento	9.93 ± 1.81	-	-	-	33 ±	-	-
Beber	-	-	-	-	-	-	-
Comer	-	-	-	6 ±	53.04 ± 2.35	-	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	44 ±
Exhibición básica	-	143 ±	-	106.53 ± 1.16	18 ±	-	98.86 ± 5.67
Exhibición corporal	-	95.76 ± 1.56	-	63 ±	22 ±	-	22.9 ± 1.56
Saltar	-	-	-	-	-	-	-
Interacción con límites	15.77 ± 3.69	17 ±	40.24 ± 1.65	13 ±	22.71 ± 1.53	-	24.83 ± 2.65
No visible	-	-	-	141.18 ± 4.67	600 ±	600 ±	117 ±
Caer	-	-	-	-	6 ±	-	-

Nota: **31)** T3:A:H1, **32)** T3:A:H2, **33)** T3:A:H3, **34)** T3:A+C:H1, **35)** T3:A+C:H2, **36)** T3:A+C:H3, **37)** T3:A+C+D:H1.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2							
	38	39	40	41	42	43	44	45
Alerta	168.84 ± 8.64	177.09 ± 3.72	78.87 ± 3.56	275.14 ± 1.73	219.04 ± 2.93	50.81 ± 2.63	55.19 ± 2.94	53.47 ± 3.43
Descanso	-	28 ±	404.72 ± 1.75	84.75 ± 2.63	105.56 ± 3.31	63.52 ± 2.39	109.79 ± 4.1	62.67 ± 3.19
Desplazamiento	11.94 ± 2.64	15.1 ± 2.6	35.26 ± 2.21	20.4 ± 2.5	8 ±	21.05 ± 1.99	16.01 ± 2.9	45.96 ± 2.3
Dormir	-	194.08 ± 2.46	127.6 ± 1.9	132.06 ± 2.93	74.94 ± 8.88	-	-	133.4 ± 4.18
Escalar	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchar	74 ±	102.83 ± 3.36	-	-	-	-	-	-
Sujeción	126.92 ± 3.58	46.87 ± 2.11	61.92 ± 5.74	52.04 ± 2.96	-	58.42 ± 2.85	70.66 ± 2.62	28.65 ± 2.18
Sumergir	-	-	-	-	-	-	-	-
Nadar	-	-	-	-	-	-	-	-
Búsqueda activa	-	4 ±	15.77 ± 1.69	-	-	-	-	-
Búsqueda pasiva	-	21.73 ± 4.11	-	-	-	-	15 ±	7 ±
Acicalamiento	-	13 ±	5.48 ± 1.14	-	-	-	65.45 ± 2.33	-
Beber	-	-	-	-	-	32 ±	-	58 ±
Comer	52 ±	-	-	30 ±	-	37.01 ± 1.83	-	-
Defecar	-	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	-	-	-	-	-	-	7 ±	37 ±
Exhibición corporal	-	-	-	-	-	-	194 ±	-
Saltar	-	-	-	-	-	3 ±	-	-
Interacción con límites	20.35 ± 1.19	29.7 ± 1.63	-	16.25 ± 1.54	-	20.89 ± 1.68	5.31 ± 1.11	-
No visible	600 ±	600 ±	69.71 ± 15.58	-	600 ±	177 ±	-	-
Caer	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: 38) T3:A+C+D:H2, 39) T3:A+C+D:H3, 40) T3:A+C+D+B:H1, 41) T3:A+C+D+B:H2, 42) T3:A+C+D+B:H3, 43) T3:A+C+D+B+E:H1, 44) T3:A+C+D+B+E:H2 y 45) T3:A+C+D+B+E:H3.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2						
	46	47	48	49	50	51	52
Alerta	69.84 ± 4.56	25.66 ± 2.8	28.44 ± 1.86	31.66 ± 2.75	50.35 ± 1.53	164 ±	112.17 ± 5.01
Descanso	-	103 ±	95.44 ± 5.31	74.29 ± 5.32	86.72 ± 2.13	161.01 ± 3.32	128.46 ± 2.22
Desplazamiento	30.33 ± 1.02	29.97 ± 2.66	13.68 ± 2.55	17.41 ± 2.3	32.4 ± 2.78	33.91 ± 1.73	25.2 ± 1.64
Dormir	-	-	-	153 ±	-	316.67 ± 1.42	600 ±
Escalar	10.53 ± 2.29	23.72 ± 2.25	11.78 ± 2.07	12 ±	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	12 ±	370 ±	-
Sujeción	87.93 ± 2.26	115.07 ± 2.89	97.55 ± 3.12	331.29 ± 1.74	368.17 ± 1.83	180 ±	26 ±
Búsqueda activa	60 ± 7.1	-	24 ±	53 ±	13 ±	-	-
Búsqueda pasiva	50.97 ± 1.56	-	-	206 ±	-	12 ±	-
Acicalamiento	-	-	-	12.3 ± 2.32	-	14 ± 2.67	-
Beber	-	-	-	23.24 ± 1.24	-	-	-
Comer	27 ±	-	24.08 ± 3.47	-	25 ±	-	34 ±
Defecar	14 ±	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	-	58.31 ± 4.54	-	-	-	-	54 ±
Exhibición corporal	24.12 ± 1.94	253 ±	-	-	-	-	117 ±
Defensa al medio	-	-	-	-	-	-	-
Interacción con límites	32.15 ± 2.22	26.57 ± 1.33	20.1 ± 2.02	20.44 ± 2.55	34.86 ± 1.44	-	18.89 ± 1.16
No visible	-	-	-	-	-	-	-
Caer	2 ±	2 ± 1	-	-	-	-	-

Nota: **46)** T4:A:H1, **47)** T4:A:H2, **48)** T4:A:H3, **49)** T4:A+D:H1, **50)** T4:A+D:H2, **51)** T4:A+D:H3, **52)** T4:A+D+B:H1.

- Comportamiento no presentado.

Continuación anexo D

Comportamiento	Tratamientos específico de P2							
	53	54	55	56	57	58	59	60
Alerta	235.52 ± 3.02	71.08 ± 2.95	72.69 ± 2.81	74.96 ± 2.27	152.64 ± 2.31	70.69 ± 1.94	31.42 ± 2.06	185.56 ± 2.49
Descanso	113.33 ± 1.74	149.68 ± 5.39	74.3 ± 2.38 21.94 ±	301.33 ± 3.3	99.91 ± 4.46	110.01 ± 2.76	198.19 ± 2.47	240.82 ± 2.4
Desplazamiento	22.3 ± 2.09	20.95 ± 1.84	2.24 59.01 ±	30.97 ± 2.57 320.67 ±	13 ± 201.94 ±	12.63 ± 1.75	14.16 ± 2.15	18.49 ± 1.87
Dormir	-	357 ±	1.67	1.83	4.57	-	600 ±	-
Escalar	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchar	-	-	-	-	-	-	-	42.66 ± 2.01
Sujeción	33.01 ± 2.81	21.48 ± 2.58	22.98 ± 1.06 47.43 ±	108 ±	-	63.66 ± 3.29	81 ±	54 ±
Búsqueda activa	-	-	2.09 26.05 ±	53.5 ± 2.63	-	-	-	-
Búsqueda pasiva	-	19.49 ± 1.04	1.62 13.61 ±	15 ±	-	-	134 ±	32.94 ± 1.09
Acicalamiento	-	-	1.33	-	-	10.49 ± 1.46	96 ±	-
Beber	-	-	-	-	-	-	-	-
Comer	-	-	-	29 ±	-	-	46 ±	63.99 ± 7.78
Defecar	-	-	-	-	-	-	-	-
Exhibición básica	126.48 ± 1.03	198.29 ± 1.69	-	75.07 ± 2.94	182 ±	121.86 ± 3.08	119.24 ± 2.7	109.53 ± 1.26
Exhibición corporal	-	-	-	-	-	-	-	-
Defensa al medio	-	-	-	-	-	31 ±	-	-
Interacción con límites	20.4 ± 1.89	25.75 ± 1.54	-	-	20 ±	32 ±	-	-
No visible	-	-	-	-	-	265.93 ± 1.03	-	-
Caer	-	2 ±	-	-	-	-	-	-

Nota: **53)** T4:A+D+B:H2, **54)** T4:A+D+B:H3, **55)** T4:A+D+B+E:H1, **56)** T4:A+D+B+E:H2, **57)** T4:A+D+B+E:H3, **58)** T4:A+D+B+E+C:H1, **59)** T4:A+D+B+E+C:H2 y **60)** T4:A+D+B+E+C:H3.

- Comportamiento no presentado.

Anexo E. Tiempo promedio \pm desviación estándar por comportamiento con “tratamientos generales”.

Tratamiento general	Comportamiento				
	Alerta	Descanso	Dormir	Desplazamiento	Sujeción
P1:C0:H1	61.3 \pm 1.14	118.2 \pm 1.13	154.92 \pm 2.04	15.63 \pm 1.09^b	41.88 \pm 1.48
P1:C0:H2	97.63 \pm 1.18	165.06 \pm 1.2	162.51 \pm 2.04	16.92 \pm 1.15	23.26 \pm 1.45^a
P1:C0:H3	148.98 \pm 1.37	102.83 \pm 1.19	72.53 \pm 1.4	23.02 \pm 1.2^b	23.8 \pm 1.69
P2:C0:H1	56.16 \pm 1.47	209.72 \pm 1.28	134.61 \pm 1.51	24.88 \pm 1.36	67.27 \pm 1.43
P2:C0:H2	48.17 \pm 1.39	420.08 \pm 1.31^e	288.89 \pm 2.04	26.81 \pm 1.38	23.6 \pm 1.63^a
P2:C0:H3	105.68 \pm 1.87	289.13 \pm 1.37	140.32 \pm 1.46	15.28 \pm 1.42	392.53 \pm 2.11
P2:C1:H1	52.79 \pm 1.32	91.22 \pm 1.43	162.36 \pm 1.4	26.57 \pm 1.2^b	84.4 \pm 1.29
P2:C1:H2	29.17 \pm 1.23^a	63.52 \pm 1.34	311.53 \pm 1.66	16.12 \pm 1.16	97.64 \pm 1.33
P2:C1:H3	81.38 \pm 1.29	59.01 \pm 1.69	383.74 \pm 1.57^b	16.65 \pm 1.28^b	229.74 \pm 1.45^b
P2:C2:H1	53.01 \pm 1.11	80.2 \pm 1.12	107.27 \pm 1.4	19.19 \pm 1.08^b	91.08 \pm 1.15
P2:C2:H2	74.16 \pm 1.14	114.33 \pm 1.15	134.8 \pm 1.36	21.66 \pm 1.09^b	87.68 \pm 1.15
P2:C2:H3	87.52 \pm 1.14	118.53 \pm 1.17	112.94 \pm 1.19	20.67 \pm 1.12	74.9 \pm 1.19
P3:C0:H1	59.55 \pm 1.19	66.46 \pm 1.15^a	51.99 \pm 1.36^a	13.3 \pm 1.14	70.84 \pm 1.5
P3:C0:H2	47.1 \pm 1.16	69.27 \pm 1.15^a	66.2 \pm 1.26	8.96 \pm 1.14^a	46.69 \pm 1.32
P3:C0:H3	122.23 \pm 1.2^c	221.67 \pm 1.25	71.67 \pm 1.23	17 \pm 1.3	100.99 \pm 2.49

Continuación anexo E

Tratamiento general	Comportamiento				
	Acicalamiento	Beber	Defensa al medio	Interacción con límites	No visible
P1:C0:H1	11 \pm 1.29^a	11.48 \pm 1.5	-	31.06 \pm 1.12	-
P1:C0:H2	3.91 \pm 1.62 ^a	11.39 \pm 1.42	-	41.8 \pm 1.14^b	-
P1:C0:H3	-	-	-	45.06 \pm 1.28	-
P2:C0:H1	-	-	339.94 \pm 1.6	16.73 \pm 1.47	-
P2:C0:H2	11 \pm 2.32	-	495.47 \pm 1.69	25.81 \pm 1.37	-
P2:C0:H3	17 \pm 2.32	-	529.34 \pm 1.42^b	-	-
P2:C1:H1	-	60.13 \pm 1.42	-	17.03 \pm 1.37	-
P2:C1:H2	18.76 \pm 1.29	-	-	26 \pm 1.28	-
P2:C1:H3	21.56 \pm 1.62	-	-	15.72 \pm 1.72	-
P2:C2:H1	10.83 \pm 1.23^a	20.54 \pm 1.28	31 \pm 2.84	20.16 \pm 1.14^a	150.05 \pm 1.24^a
P2:C2:H2	60.7 \pm 1.52 ^c	-	-	18.49 \pm 1.19^a	507.28 \pm 1.28^b
P2:C2:H3	9.35 \pm 1.52	58 \pm 2.01	-	25.48 \pm 1.17	600 \pm 1.24^b
P3:C0:H1	12.77 \pm 1.32	3 \pm 2.01^a	104.64 \pm 1.39^a	22.11 \pm 1.16	-
P3:C0:H2	16.94 \pm 1.24	39.44 \pm 1.3	220.71 \pm 1.45	27.26 \pm 1.15	-
P3:C0:H3	-	225.28 \pm 1.64^c	169.85 \pm 1.34	31.51 \pm 1.37	-

^{a,b,c} Medias con diferente superíndice en la misma columna son diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo F. Tiempo promedio \pm desviación estándar por comportamiento en P2.

Tipo de factor	Alerta	Descanso	Sujeción	Escalar	No visible
T1A	32.72 \pm 1.4 ^{ab}	82.99 \pm 1.38 ^{abcd}	33.37 \pm 1.59 ^{ab}	-	-
T1A+B	43.66 \pm 1.34 ^{ab}	187.72 \pm 1.6 ^{bcd}	157.21 \pm 1.34^b	-	-
T1A+C	40.49 \pm 1.34 ^{ab}	150.97 \pm 1.33 ^{bcd}	8.72 \pm 1.93^a	-	-
T1A+D	79.53 \pm 1.4 ^{ab}	164.25 \pm 1.47 ^{bcd}	75.98 \pm 1.93 ^{ab}	-	-
T1A+E	47.57 \pm 1.33 ^{ab}	61.72 \pm 1.37 ^{abc}	61.1 \pm 1.66 ^{ab}	-	-
T2A	29.53 \pm 1.61 ^{ab}	341.95 \pm 1.28 ^d	87.59 \pm 1.78 ^{ab}	-	-
T2A+B	117.01 \pm 1.4 ^{ab}	121.11 \pm 1.95 ^{abcd}	104.9 \pm 1.31 ^{ab}	-	-
T2A+B+E	63.16 \pm 1.26 ^{ab}	79.36 \pm 1.35 ^{abC}	62.31 \pm 1.3 ^{ab}	-	-
T2A+B+E+C	114.05 \pm 1.4 ^{ab}	73.72 \pm 1.51 ^{abcd}	114.39 \pm 1.29 ^{ab}	-	-
T2A+B+E+C+D	76.25 \pm 1.26 ^{ab}	124.77 \pm 1.68 ^{abcd}	103.64 \pm 1.24 ^{ab}	-	-
T3A	38.5 \pm 1.43 ^{ab}	127 \pm 1.25 ^{bcd}	105.15 \pm 1.5 ^{ab}	-	-
T3A+C	56.72 \pm 1.32 ^{ab}	40.9 \pm 1.3 ^{ab}	90.38 \pm 1.5 ^{ab}	-	-
T3A+C+D	85.67 \pm 1.45 ^{ab}	81.2 \pm 1.29 ^{abC}	87.38 \pm 1.54 ^{ab}	-	-
T3A+C+D+B	144.81 \pm 1.33 ^b	54.24 \pm 1.45 ^{abC}	107.26 \pm 1.36 ^{ab}	-	-
T3A+C+D+B+E	54.55 \pm 1.23 ^{ab}	47.9 \pm 1.36 ^{ab}	76.49 \pm 1.23 ^{ab}	-	-
T4A	31.49 \pm 1.29 ^a	99.21 \pm 1.2b^c	85.89 \pm 1.77 ^{ab}	-	-
T4A+D	47.71 \pm 1.3 ^{ab}	336.34 \pm 1.44 ^{cd}	109.39 \pm 1.32 ^{ab}	-	-
T4A+D+B	99.77 \pm 1.28 ^{ab}	25.6 \pm 1.28^a	135.99 \pm 1.32^b	-	-
T4A+D+B+E	93 \pm 1.21 ^{ab}	41.27 \pm 1.95 ^{abcd}	107.29 \pm 1.3 ^{ab}	-	-
T4A+D+B+E+C	80.51 \pm 1.33 ^{ab}	67.68 \pm 1.67 ^{abcd}	163.07 \pm 1.27^b	-	-
Horario	1	47.8 \pm 1.11^a	-	15.16 \pm 1.17^a	147.6 \pm 1.29^a
	2	55.81 \pm 1.12^a	-	26.68 \pm 1.24^b	579.79 \pm 1.4^b
	3	89.04 \pm 1.13^b	-	18.32 \pm 1.26 ^{ab}	665.87 \pm 1.33^b

^{a,b,c} Medias con diferente superíndice en la misma columna son diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo G. Porcentaje de ocupación de lugar por período.

Lugar	Período		
	P1	P2	P3
Pared	12.82	-	20.99
Piso	63.24	19.99	66.85
Plato agua	2.96	1.27	1.83
Plato comida	20.99	1.60	18.96
Techo	-	-	0.84
Adoquín	--	5.07	--
Pared alta	--	21.59	--
Pared alta media	--	3.58	--
Pared baja	--	10.19	--
Pared media	--	5.56	--
Escalador medio	--	1.16	--
Escalador sol	--	4.85	--
Escalador sombra	--	5.78	--
Plataforma sol	--	7.71	--
Plataforma sombra	--	8.26	--
Piscina	--	0.22	--
Teja	--	2.09	--
Tuboalto	--	0.99	--
Bolacomida	--	0.11	--

Nota: - Lugar no usado, -- lugar no disponible

Anexo H. Promedio \pm desviación estándar de peso, longitud total y longitud de cabeza.

Etapa-condición general de enriquecimiento	Variable morfométrica		
	Peso	LT	LC
M0	24.31 \pm 1.09^a	31.1 \pm 0.54^a	0.17 \pm 0^a
M1-C0	24.1 \pm 1.09^a	31.89 \pm 0.54 ^{ab}	0.18 \pm 0^a
M2-C0	23.7 \pm 2.99 ^{ab}	30.75 \pm 1.47 ^{ab}	0.17 \pm 0.01 ^{ab}
M2-C1	31.8 \pm 2.99 ^{ab}	34.6 \pm 1.47 ^{ab}	0.18 \pm 0.01 ^{ab}
M2-C2	27.27 \pm 1.41 ^{ab}	33.11 \pm 0.69 ^{ab}	0.18 \pm 0 ^{ab}
M3-C0	31.1 \pm 1.17^b	33.48 \pm 0.58^b	0.19 \pm 0 ^b

^{a,b} Medias con diferente superíndice en la misma columna son diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo I1. Frecuencia promedio \pm desviación estándar de lesiones ausentes y tipo I.

Categorías		Ausencia	Tipo I
Etapa-condición general de enriquecimiento	M0	2.51 \pm 1.08^b	1.76 \pm 1.18^b
	M1-C0	1.67 \pm 1.08 ^a	1.51 \pm 1.11 ^{ab}
	M2-C0	1.06 \pm 1.28 ^a	1.52 \pm 1.15 ^{ab}
	M2-C1	1.59 \pm 1.15 ^a	0.74 \pm 1.27^a
	M2-C2	1.96 \pm 1.09 ^{ab}	1.41 \pm 1.11 ^{ab}
	M3-C0	1.77 \pm 1.08^a	1.23 \pm 1.1 ^{ab}
	Cabeza	2.47 \pm 1.09^c	
Ubicación anatómica	Miembros anteriores	1.75 \pm 1.09 ^{ab}	1.03 \pm 1.14^a
	Abdomen	1.78 \pm 1.1 ^{ab}	1.29 \pm 1.15^a
	Miembros posteriores	2.08 \pm 1.09 ^{bc}	0.95 \pm 1.19^a
	Cola	1.34 \pm 1.1^a	1.39 \pm 1.11^a
	Discecdisis	1.15 \pm 1.19^a	2.25 \pm 1.08^b

^{a,b,c} Medias con diferente superíndice la misma columna son diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo I2. Frecuencia promedio \pm desviación estándar de lesiones tipo II.

	Ubicación anatómica	Rostral	Cabeza	Miembros anteriores	Abdomen	Miembros posteriores	Cola
Etapa-condición general de enriquecimiento	M0	3 \pm 1.07 ^d	1 \pm 1.17 ^{ab}	-	1 \pm 1.17 ^{ab}	-	1 \pm 1.08^a
	M1-C0	3 \pm 1.07^d	-	1 \pm 1.1^a	1 \pm 1.1^a	1 \pm 1.1^a	1.68 \pm 1.08 ^{bc}
	M2-C0	2 \pm 1.17 ^{abcd}	-	1 \pm 1.17 ^{ab}	-	-	-
	M2-C1	2 \pm 1.17 ^{abcd}	-	-	-	-	-
	M2-C2	3 \pm 1.07 ^d	-	-	-	-	1 \pm 1.17 ^{ab}
	M3-C0	2.55 \pm 1.07 ^{cd}	-	1 \pm 1.1^a	1.41 \pm 1.12 ^{ab}	1 \pm 1.17 ^{ab}	1 \pm 1.1^a

Nota: - No presentado

^{a,b,c,d} Medias con diferente superíndice en la misma columna son diferentes ($p \leq 0.05$)