



UNIVERSIDAD DEL MAR

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONDICIÓN CORPORAL Y MANEJO NUTRICIONAL DE LA HEMBRA DE
IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA
REPRODUCTIVA EN CAUTIVERIO

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE
**MAESTRÍA EN CIENCIAS: MANEJO DE FAUNA
SILVESTRE**

PRESENTA

Lic. Biól. Jesús Núñez Ordaz

DIRECTOR

Dr. José Luis Arcos García

CO-DIRECTOR

Dr. Roberto López Pozos

Puerto Escondido, Oaxaca, México

Enero, 2020

DEDICATORIA

Éste logro lo dedico básicamente a Dios por ser quien nos permite actuar y estar en el lugar que a cada quien corresponde, sin demeritar la intervención y/o influencia de las personas tan cercanas y valiosas, siendo que y en lo absoluto, todos dependemos de su gran poder y sin ello no somos ni valemos. Por lo cual agradezco a ti Dios omnipotente la valiosa y entera oportunidad por éste logro.

A mi esposa, por brindarme el tiempo y apoyo necesario e incondicional para dedicarme a la terminación de esta meta en los momentos buenos y malos.

A mis hijos... Matías de Jesús por demostrarme la valentía a muy temprana edad de lo que es luchar y ganar la batalla más importante como lo es la premisa de vivir... Eder Mateo, de igual manera, guerrero paciente e incansable que en ningún momento pierdes la esperanza sin importar el tiempo y la distancia... gracias hijos por ser mi motivación y razón fundamental para lograr esta meta en la vida.

A mi madre, por tener las agallas y la fortaleza para sacar adelante a la familia, como soporte básico para la familia... Gracias Dios por permitirnos aún su presencia.

A mi hermana Clara, por proporcionarme el apoyo incondicional y oportuno cada vez que lo necesito... gracias hermana por tanta generosidad... Dios provea tu vida en abundancia.

A mi suegra, por ser como mi madre y quien ha brindado apoyo incondicional a mi familia... Dios se lo retribuya en abundancia.

A mi tío Jaime, por ser como un padre y darme los consejos adecuados para no tropezar y no renunciar a mis objetivos.

A mi abuelita Tina, por la dicha de tenerla aun a mi lado.

A mis hermanos: Araceli, Laura, Magali y José, por formar parte de mi vida y ser un gran ejemplo para mí.

A toda la familia, por el orgullo de formar parte de ellos.

A los amigos que dejé e hice durante este tiempo y de los cuales aprendí, experimenté y valoré para ser cada día mejor.

Las experiencias y situaciones personales hacen ver la vida de manera radical y optimista... Dios, nos ponemos a tu entera disposición.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Luis Arcos García, por la dirección de mi trabajo de investigación, por la paciencia, consejos profesionales y apoyo durante este tiempo, gracias por brindarme su amistad incondicional.

Al Dr. Roberto López Pozos, por la co-dirección de mi trabajo de investigación, consejos profesionales y apoyo durante este tiempo, gracias por los aportes para hacer posible éste logro.

Al Dr. Héctor Santiago Romero por sus consejos profesionales, apoyo durante este tiempo, y por las sugerencias necesarias para culminar y mejorar la calidad de esta tesis.

Al Dr. Miguel Ángel de Labra, por sus acertadas observaciones que contribuyeron en la mejora y estructuración del documento de tesis, gracias por el aporte.

Al M.C. León Vélez Hernández, de igual manera por sus observaciones precisas, la cual ayudaron a pulir la calidad de este documento, gracias por su colaboración.

Al maestro Ián por el apoyo en la traducción del resumen.

A mis compañeros de trabajo: Alfredo López Rojas y Francisco García Calvo por su ayuda en todo momento, principalmente en la toma de datos.

A toda aquella persona que de alguna manera influyo directa e indirectamente para poder culminar esta meta.

A la institución por brindarme la oportunidad y el espacio de poder realizar éste logro

Al campo experimental por darme la oportunidad de realizar los trabajos de campo en la toma de datos, uso de sus instalaciones y animales. Lo cual estuvo inmerso en el

proyecto denominado: Actividad de enzimas digestivas y comportamiento productivo en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) por la utilización de implantes promotores del crecimiento, con clave de unidad programática 2IE1507.

Finalizo agradeciendo a Dios porque simplemente sin él no seríamos nada en esta vida.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia de la iguana negra.....	3
2.2. Distribución.....	3
2.3. Hábitat.....	4
2.4 Reproducción.....	4
2.5. Unidades de manejo.....	5
2.6. Condición corporal.....	6
2.7. Condición corporal en especies de importancia zotécnica.....	8
2.8. Evaluación corporal en especies silvestres.....	10
2.9. Factores que afectan la condición corporal.....	11
2.9.1. Temperatura ambiental.....	12
2.9.2 Termorregulación de los animales.....	16
2.9.3 Temperatura corporal.....	17
2.9.4. Alimentación.....	17
2.9.5. Sexo.....	20
2.9.6. Hábito alimenticio.....	21
2.9.7. Parasitosis.....	22
2.10. Factores que son afectados por la condición corporal.....	23

2.10.1. Reproducción.....	23
2.10.2. Longitud del cuerpo y edad.....	23
2.11. Relación grasa:hueso.....	24
III. HIPÓTESIS.....	26
IV. OBJETIVOS.....	27
4.1. Objetivo general.....	27
4.2. Objetivos específicos.....	27
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
5.1. Localización.....	28
5.2. Primer Experimento: Determinación de la condición corporal.....	28
5.2.1. Selección de las iguanas.....	28
5.2.2. Duración del experimento.....	29
5.2.3. Alimentación.....	29
5.2.4. Jaulas.....	30
5.2.5. Variables evaluadas.....	30
5.2.6. Análisis estadísticos.....	32
5.3. Segundo Experimento: alimentación relacionada con la condición corporal.....	32
5.3.1. Selección de animales.....	32
5.3.2. Duración del experimento.....	32
5.3.3. Tratamientos.....	33
5.3.4. Jaulas.....	34
5.3.5. Variables a evaluar.....	34
5.3.6. Análisis de varianza.....	35
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36

6.1.	Primer Experimento: Determinación de la condición corporal.....	36
6.1.1.	Categorías de condición corporal.....	39
6.1.2.	Propuesta de condición corporal.....	41
6.2.	Segundo experimento: alimentación relacionada con la condición corporal.....	44
VII.	CONCLUSIONES.....	49
VIII.	APENDICE DE CUADROS.....	50
IX.	APÉNDICE DE FIGURAS.....	60
X.	BIBLIOGRAFIA.....	65

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios y desviaciones de variables utilizadas en la obtención de la condición corporal en iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>) (n = 40).....	51
Cuadro 2. Análisis de normalidad Shapiro-Wilk de las variables evaluadas para obtener la condición corporal en iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>) (n = 40).....	52
Cuadro 3. Análisis de correlación entre las variables utilizadas para obtener la condición corporal en iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>). (n = 40).....	53
Cuadro 4. Propuesta I, categorías de condición corporal en iguanas hembras en condiciones de cautiverio en relación al peso y el volumen.....	54
Cuadro 5. Propuesta II, categorías de condición corporal en iguanas hembras en condiciones de cautiverio, propuesta con base al peso y longitud de cabeza ²	55
Cuadro 6. Comparación de la respuesta al tratamiento alimenticio y clasificadas de acuerdo a las propuestas de condición corporal sobre las variables reproductivas en iguanas (<i>Ctenosaura pectinata</i>) mantenidas en cautiverio.....	56
Cuadro 7. Efecto de la condición corporal en la producción de huevos de hembras reproductivas de iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>), y la influencia sobre las variables de las crías.....	57

Cuadro 8. Comparación de la biometría de los huevos y crías resultantes de la ovoposición de iguana negra que fueron sostenidas con diferente contenido de proteína en la alimentación.....59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tamaño corporal en respuesta a la temperatura de crianza en ectotérmos (Modificado de Atkinson <i>et al.</i> , 2003).....	12
Figura 2. Efecto de la temperatura ambiente en la producción de calor de un homeotermo (Bavera y Beguet, 2003).....	13
Figura 3. Condición corporal 1, hembras de iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>) extremadamente delgadas.....	61
Figura 4. Condición corporal 2, hembras de <i>Ctenosaura pectinata</i> en cautiverio delgadas.....	62
Figura 5. Condición corporal 3, <i>Ctenosaura pectinata</i> en excelente condición corporal, mantenidas en cautiverio.....	63
Figura 6. Condición corporal 4, <i>Ctenosaura pectinata</i> extremadamente gorda en manejo intensivo.....	64

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo lograr una clasificación de la condición corporal y su evaluación en el manejo nutricional en hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) para incrementar la eficiencia reproductiva. Para la clasificación corporal se utilizaron 40 hembras adultas en etapa reproductiva, en un periodo de ocho meses. Se alimentó y ofreció agua *ad libitum* todos los días y se realizó limpieza de las jaulas cada tercer día. Se evaluaron las variables biométricas peso, longitud total, longitud hocico–cloaca, longitud de cabeza, volumen del cuerpo, diámetro de la base de la cola, diámetro de cadera, diámetro de pierna y longitud de pelvis. Para el análisis de los datos se llevó a cabo estadística descriptiva y se realizó una prueba de normalidad de las variables estudiadas, además de un análisis de correlación de *Pearson*. De las variables que mejor se correlacionaron se obtuvieron ecuaciones de predicción para el volumen. Para el manejo nutricional se utilizaron 12 hembras, que estuvieron sometidas a observación y medición por el periodo de un año. Las variables que se evaluaron fueron: condición corporal, comportamiento de cópula, características de los huevos ovopositados, características de las crías, masa relativa de la nidada. Para el análisis de los datos, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado desbalanceado con dos tratamientos alimenticios (T₁: testigo: alimento con 17.5 % de proteína cruda y T₂: alimento con 19% de proteína cruda). Los resultados indican que se obtuvo una clasificación de condición corporal, sin embargo, no se observa mejora en la eficiencia reproductiva de *Ctenosaura pectinata*.

SUMMARY

The objective of the present investigation was to obtain a classification of the corporal condition and its evaluation in the nutritional management in females of black iguana (*Ctenosaura pectinata*) to increase the reproductive efficiency. For the corporal classification 40 adult females were used in reproductive stage, in a period of eight months. They fed and offered water *ad libitum* every day and cleaned the cages every third day. The biometric variables weight, total length, snout-cloaca length, head length, body volume, base tail diameter, hip diameter, leg diameter and pelvis length were evaluated. For the analysis of the data, descriptive statistics were carried out and a normality test of the variables studied was carried out, in addition to a *Pearson* correlation analysis. Of the variables that were best correlated, prediction equations for the volume were obtained. For the nutritional management, 12 females were used, which were subjected to observation and measurement for a period of one year. The variables that were evaluated were: body condition, copulation behavior, characteristics of the oviposited eggs, characteristics of the offspring, relative mass of the clutch. For the analysis of the data, a completely randomized experimental design unbalanced with two food treatments was used (T₁: control: food with 17.5% of crude protein and T₂: food containing 19% of crude protein.) The results indicate that a classification of body condition was obtained, however, no improvement was observed in the reproductive efficiency of *Ctenosaura pectinata*.

I. INTRODUCCIÓN

La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) es una especie endémica de México y catalogada como amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019); por ello se crearon unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (LGVS, 2008) para apoyar la conservación de especies; sin embargo, no han dado el resultado esperado (Buda *et al.*, 2014) debido a que no se ha demostrado su utilidad. Algunos estudios se han llevado a cabo para incrementar los parámetros reproductivos, y reforzar la conservación de las especies; no obstante, Pinacho *et al.* (2010) y López *et al.* (2012), no toman en cuenta la condición corporal como factor que incide en los aspectos importantes en la reproducción de las iguanas. La condición corporal es un método cualitativo que sirve para evaluar las reservas energéticas de tejido graso subcutáneo o el grado de pérdida de masa muscular de animales en estado productivo y reproductivo (Edmonson *et al.*, 1989; López, 2006) y varía según la demanda fisiológica que enfrentan en determinadas circunstancias (Brown, 1996). En algunas especies, la condición corporal es evaluada antes de la etapa reproductiva, porque proporciona información de la productividad en hembras y machos, así como de los beneficios que se pueden obtener para las crías después de la eclosión (López *et al.*, 2012). La condición corporal afecta el tamaño de los huevos y de la nidada (Vitt, 1992; Dunham, 1994), así como la sobrevivencia de las hembras (Reznick *et al.*, 1990). Los individuos con mejor condición nutricional son más saludables y tienen mayor probabilidad de reproducirse, debido a que presentan alta tasa de reserva energética, en relación con animales mal nutridos que tienen condición baja o que están desnutridos (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005). En contraste un animal con exceso de grasa, no es indicativo de que proporcionará las mejores condiciones metabólicas para llevar a cabo el periodo reproductivo. El éxito

reproductivo, la supervivencia y por ende la dinámica poblacional, dependerán de la condición corporal de los organismos (Jones *et al.*, 1999; Stevenson y Woods, 2006). Por lo anterior, es importante conocer el índice de condición corporal como herramienta en el manejo de la especie; por lo cual, se lleva a cabo la presente investigación.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia de la iguana negra

México se sitúa en primer lugar en la diversidad de reptiles, tiene 804 especies, de los cuales 337 corresponden al suborden de los saurios (SEMARNAT, 2005), dentro del cual se encuentra el género *Ctenosaura*, perteneciente a la Familia *Iguanidae*. Este género lo conforman 13 especies: *Ctenosaura acanthura*, *C. alfredschmidti*, *C. barkeri*, *C. clarki*, *C. defensor*, *C. flavidorsalis*, *C. hemilopa*, *C. melanosterna*, *C. oedirhina*, *C. palearis*, *C. pectinata*, *C. quinquecarinata* y *C. similis* (Alvarado y Suazo, 1996; Mendoza-Quijano *et al.*, 2003).

La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) es una especie endémica de México, se cataloga como amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019), lo anterior se debe porque las iguanas forman parte importante en la cultura y desarrollo de las comunidades humanas, por las propiedades curativas que se le atribuyen, por el consumo o venta de carne y huevos (Boyas *et al.*, 1993; Medina *et al.*, 2004). En general, toda actividad antropogénica, ha contribuido con la disminución de las poblaciones de iguanas durante los últimos años (Suazo y Alvarado, 1996). Por tal motivo, la captura y comercialización de esta especie, se encuentra prohibida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019).

2.2. Distribución

Los estados que tienen climas en donde se localiza la iguana negra son: Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca; de igual manera, zonas como la Depresión del Balsas en Morelos, Puebla y el Estado de México; las Islas Isabel y Tres Marías en el Océano Pacífico; en el extremo sur de Texas y el

sureste de Florida, debido a que fue introducida (Flores-Villela, 1993; Suazo y Alvarado, 1994; Villegas y Vázquez, 2001; Mendoza-Quijano *et al.*, 2003).

2.3. Hábitat

La iguana negra habita lugares secos, tales como afloramientos rocosos, barrancas, cañadas, plano costero y orillas de carreteras que son poco transitadas, donde puede huir de sus depredadores y localizar sitios para refugiarse. En general, las iguanas cavan sus madrigueras en el suelo, en la orilla de los ríos, entre raíces y troncos de árboles; se considera que los sitios seleccionados para anidar por las iguanas, presentan las características y condiciones adecuadas para su desarrollo y eclosión (Valenzuela, 1981; Casas, 1982; Suazo y Alvarado, 1994; Alvarado y Suazo, 1996; Villegas y Vázquez, 2001; González, 2002). Tiene hábitos arborícolas y terrestres, se adapta fácilmente a los lugares invadidos y perturbados por el hombre, pueden habitar en los techos de casas, tecorrales y en los huertos (Villegas y Vázquez, 2001).

2.4. Reproducción

La iguana negra posee un ciclo reproductivo anual; en vida libre, su ciclo inicia en los meses de noviembre – diciembre con la etapa de territorialidad, donde los machos realizan una serie de movimientos de cabeceo hacia arriba, abajo y hacia los lados, todo esto, para demostrar su dominancia (Suazo y Alvarado, 1994). El periodo de cortejo y apareamiento (cópula) se observa en enero – febrero, momento en el cual las hembras ya se muestran grávidas y al efectuar la copula, el macho fertiliza sus huevos para que al momento de ovopositar, éstos sean fértiles (Suazo y Alvarado, 1994 y 1996; Delgadillo de Montes, 1998). La anidación (ovoposición) se efectúa una vez por año entre marzo -

abril (Zubieta, 1997). Para que las crías eclosionen, después de la postura deben transcurrir en promedio 90 días. El dimorfismo sexual se distingue a partir de los 21 meses de edad (Arcos-García *et al.*, 2005).

En cautiverio, el ciclo reproductivo de *Ctenosaura pectinata* es básicamente el mismo, sin embargo, existe mayor influencia de los criadores en algunas de las etapas antes mencionadas; por ejemplo, la territorialidad, el cortejo y la copula, se efectúan de manera instintiva por los individuos, pero en el caso de la postura u ovoposición, existe mayor influencia en el manejo y manipulación de los huevos al momento de extraerlos de los nidos artificiales que existen en las jaulas y de la misma manera al momento de incubarlos. Durante la incubación se deben revisar las nidadas (huevos) para que el embrión no sea atacado por hongo, esto debido al exceso de humedad en el sustrato utilizado (arena), o en su defecto, rescatar los huevos de la deshidratación. Para el periodo de eclosión, se debe tener en cuenta la fecha de incubación, para así calcular y tener presente el tiempo aproximado del nacimiento de las crías, de lo contrario, se pueden morir por asfixia y/o inanición (Arcos-García, UMAR, com. Pers. 2019).

2.5. Unidades de manejo

Las Unidades de Manejo para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) se decretaron el 5 de junio del 2000 en el Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (CIVS) de Hmpolol, Campeche, con la presentación de la Estrategia Nacional para la Vida Silvestre (SEMARNAT, 2000). Actualmente, la ley define las UMA como “los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se

distribuyen” (DOF, 01-02-2007).

A nivel nacional existen 91 UMA distribuidas en 16 Estados, de los cuales Oaxaca, Michoacán, Guerrero y Chiapas son los que registran mayor cantidad de UMA registradas, representando el 60.4% del total. La región Pacífico sur tiene registradas el 43.9 % de las UMA y la región Occidente el 23.1 %. En la región Pacífico Norte no hay registro de unidades de manejo (Morales y Reynoso, 2012).

Los resultados en el manejo de iguanas en estas condiciones no han sido alentadores y aunque teóricamente la reproducción en cautiverio debe ser más fácil; esta práctica suscita problemas en la variación del tamaño y peso de las camadas, el éxito de la incubación, eclosión y la posterior sobrevivencia de las crías (Martínez *et al.*, 1996). No obstante, se ha demostrado que hay éxito en algunas unidades de manejo (Pinacho *et al.* 2010, López *et al.* 2012).

2.6. Condición corporal

En los últimos años, como uno de los factores involucrados en el bienestar y conservación de la vida silvestre (Stevenson y Woods, 2006), se ha incorporado evaluar la condición corporal en los aspectos de salud animal, el estado nutricional (Franco, 2014) y condición física de los animales (Cedeño *et al.*, 2011).

La condición corporal (CC) o índice de condición corporal (IC) en los animales es una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, es el grado de pérdida de masa muscular en el caso de animales con muy poca grasa (López, 2006). Es la relación entre tejidos grasos y no grasos (Álvarez, 1999).

Se define también como un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas de animales en estado productivo y reproductivo (Edmonson *et al.*, 1989). La condición

corporal proporciona información sobre el estado nutricional y de salud de los individuos cautivos o silvestres, ya que varía según las demandas fisiológicas que requiera el animal (Brown, 1996; Copeland, 2004; López, 2006), de ello depende el éxito reproductivo; como consecuencia su medición es esencial en la biología de la conservación y ecología (Meffe, 1999; Munson y Karesh, 2002; Blanckenhorn y Hosken, 2003; López, 2006; Stevenson y Woods, 2006).

En algunas especies, el valor o índice de condición corporal antes del inicio reproductivo es evaluada porque proporciona información de la productividad en hembras y machos, junto con los beneficios que se puede obtener para la cría (López *et al.*, 2012). Este índice se deriva, generalmente, de la relación entre la longitud corporal y la masa del animal (Labrada, 2011). La CC es fácil de medir y es preciso para indicar la variación de las reservas corporales entre animales de una raza similar (Lowman *et al.*, 1973, Wright Y Russel, 1984; Enevoldsen y Kristensen, 1997; Gregory *et al.*, 1998).

La condición corporal, al referirse a la relación de la cantidad de reserva energética en comparación con los componentes estructurales del cuerpo, incluyen el cálculo de la masa corporal y proporciones entre las partes del cuerpo del animal (Green, 2001). Sin embargo, es difícil interpretar la relación del índice calculado a partir de medidas de masa provenientes de una condición fisiológica real o la relación del tamaño con los depósitos de energía; además, los índices residuales de masa relacionados con los índices de tamaño corporal, no tienen fuerte relación con las medidas directas de la condición. Para tal metodología, estos índices se utilizan para evaluar la relación entre la condición con la inversión reproductiva, supervivencia, uso del hábitat y algunos parámetros relacionados con la ecología de las especies.

Los índices de condición basados en medidas externas se pueden realizar de dos maneras: 1) basado en el análisis de las proporciones entre dos medidas anatómicas, dividiendo una medida de masa corporal entre una medida de longitud y 2) por medio del análisis de los residuales de las regresiones entre dos medidas anatómicas; dentro de la primera categoría está el ICC, denominado Factor de Condición Corporal de Fulton “K” (Ricker, 1975).

Los individuos en buena condición corporal, soportan: el ayuno (Atkinson y Ramsay, 1995), pueden sobrevivir a largos traslados migratorios (en el caso de las aves) (Merilä y Svensson, 1997), pueden mantener su sistema inmune activo (Moller y Saino, 1994), tienen mayor fecundidad (Moya, 2002) y disfrutan de mayor éxito de apareamiento (Cotton *et al.*, 2006). Los individuos más saludables tienen mayor probabilidad de reproducirse debido a que presentan alta tasa de reserva energética, que aquellos animales delgados (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005).

Los cambios de la condición corporal en los organismos, son resultado de la modificación en la composición bioquímica de los tejidos y de la movilización de las reservas energéticas, los cuales pueden estar relacionados con la estacionalidad, estadio en la historia de vida, estado de salud o la exposición a factores de estrés (Barton *et al.*, 2002).

2.7. Condición corporal en especies de importancia zootécnica

La importancia de una adecuada condición corporal en animales dedicados a la producción, se basa en que el nivel de reservas corporales que el animal dispone, ayudan a cubrir necesidades de mantenimiento y producción en cualquier etapa fisiológica (Bavera y Peñafort, 2005); de esta manera, la condición corporal y sus cambios, son más

confiables como indicadores del estado nutricional que el peso corporal en hembras, ya que el peso puede estar afectado por la fase de gestación, la cantidad de alimento en el tracto gastrointestinal y el agua ingerida.

En los bovinos, la evaluación de la condición corporal, se practica mediante apreciación física y con base en la inspección visual de la parte posterior del animal, se toma en cuenta la implantación de la cola y el área de la pelvis; para esto, se utilizan escalas del 1 al 5 para ganado productor de leche y del 1 al 9 para ganado de carne (Edmonson *et al.*, 1989). El valor mínimo considerado de la escala, corresponde para animales extremadamente flacos y el más alto representa animales excesivamente obesos (Kabaleski, 2013). Álvarez (1999), menciona que la condición corporal en vacas lecheras se clasifica como: 1) depauperado (enflaquecido), 2) magro, 3) adecuado, 4) gordo y 5) obeso.

En los cerdos, la escala de CC puede tomar cinco valores: 1) emaciado, donde la columna es muy prominente y visible, 2) flaco, la pelvis y los huesos de la columna son visibles, 3) regular, la pelvis y los huesos de la columna no son visibles, 4) condición buena, la pelvis y los huesos de la columna solo se aprecian haciendo gran presión y el contorno del animal se muestra en forma de tubo y 5) obeso, no es posible detectar los huesos de la pelvis o la columna (Faceda, 2005).

El índice de condición corporal en aves utiliza el criterio propuesto por Hochachka y Smith (1991), en donde la CC se calcula por medio de la regresión lineal entre la masa corporal y el largo del tarso de un individuo; en donde, para la obtención de la masa corporal de las aves, se calcula la diferencia entre el valor real de peso corporal y el valor resultante del modelo de regresión, el residuo resultante representa el valor de CC de cada individuo.

De acuerdo con lo anterior, dependiendo del grupo animal o especie que se trate, la evaluación de la condición corporal se puede realizar por apreciación visual, palpación del cuerpo del ejemplar (Franco, 2014), por cálculos y modelos de regresión lineal (Hochachka y Smith, 1991).

2.8 Evaluación corporal en especies silvestres

Se ha demostrado la existencia de una composición corporal crítica para la reproducción en ratas de alcantarilla y de laboratorio (Frisch y McArthur, 1974; Frisch, 1978, 1984). En cocodrilos, para caracterizar el factor de CC, se utiliza el criterio definido por Castro *et al.*, (2001), quienes calcularon la media y la desviación estándar de los valores del factor de condición de los organismos, y establecieron tres categorías: 1) mala condición, individuos cuyo valor de CC es menor que el valor de la media aritmética menos una desviación estándar (DE): $CC < \mu - 1DE$, 2) buena condición, individuos cuyo valor de CC es mayor al valor anterior y menor o igual al valor obtenido de la suma de la media más una desviación estándar: $(\mu - 1DE) < CC \leq (\mu + 1DE)$ y 3) excelente condición (individuos cuyo valor de CC es mayor al valor obtenido de la suma de la media y una desviación estándar: $(\mu + 1DE) \leq CC < (\mu + 2DE)$. Sin embargo, no se menciona una condición de excesiva gordura.

Es probable que también exista una condición corporal crítica en poblaciones naturales de aves acuáticas (Ankney y Alisauskas, 1991; Ankney *et al.*, 1991) y serpientes (Bonnet *et al.*, 1992, 1994).

En un estudio realizado sobre la condición corporal en iguana negra utileña de cola espinosa (*Ctenosaura bakeri*), Pasachnik *et al.*, (2012) mencionan que la condición

corporal disminuye con el tiempo, tanto en machos como en hembras, atribuyendo este efecto al clima. Los resultados obtenidos por dichos autores indican que hay una correlación entre la disminución de la disponibilidad de alimentos y la disminución de la calidad del hábitat con el índice de la condición corporal. Los autores no establecen si la relación es positiva o negativa y no reportan valores al respecto.

2.9. Factores que afectan la condición corporal

El hábitat forma parte del ecosistema, que a su vez está determinado por el clima que predomina en alguna zona o región particular, entre los componentes del clima: altitud, latitud, relieve, distribución de tierras, aguas y corrientes oceánicas (Maderey, 1982). En el caso particular de las iguanas, al ser animales ectotérmicos, la influencia de los factores temperatura y humedad, juegan un papel determinante en todas las etapas de su ciclo de vida. Arcos *et al.*, 2005, mencionan en iguanas juveniles de *Ctenosaura pectinata*, un rango de temperatura entre 35 a 40 °C, el cual favorece el consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y en general, una eficiencia alimenticia apropiada.

Los ecosistemas naturales se modifican continuamente, presentan cambios complejos que tienden a la estabilidad; las perturbaciones naturales tienen un papel importante en ese funcionamiento (Sousa, 1984; Pickett y White, 1985; Botkin, 1990; De Leo y Levin, 1997; Terradas, 2001; Gunderson y Holling, 2002). La diversidad biológica es resultado de procesos evolutivos en donde las perturbaciones actúan como fuerzas selectivas y como parte de los procesos ecológicos que mantienen, e incluso generan, patrones de cambio a nivel espacial y temporal en la diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones (Levin y Paine, 1974; Connell, 1979; Sousa, 1984; Pickett y White, 1985;

Turner *et al.*, 1997; Romme *et al.*, 1998; Foster, 2000; Brawn *et al.*, 2001); por ello, la producción de la cobertura vegetal, para el consumo de alimento en los animales se modifica continuamente.

Los factores ambientales afectan la condición corporal y por lo tanto la reproducción, la densidad poblacional, jerarquía, formación de parejas (cambio o pérdida de pareja reproductora) (Teunissen *et al.*, 1985, Albon *et al.*, 1986; Duellman y Trueb, 1986; Bronson, 1989; Gibbons, 1989; Cresswell *et al.*, 1992, Weimerskirch, 1992; Meathrel *et al.*, 1993; Chastel *et al.*, 1993, 1995).

2.9.1. Temperatura ambiental

Las especies animales distribuidas a lo largo de amplios rangos geográficos exhiben gradientes térmicos continuos, por ello, para adaptarse, el resultado es que en ambientes más fríos las especies son de mayor tamaño en la etapa adulta (Partridge y French, 1996; Ashton, 2004). El tamaño del cuerpo es consistente con la regla de Bergmann, que indica que las razas de una especie tienden a ser más grandes en ambientes más fríos (Blackburn *et al.*, 1999, Ashton, 2004). Aunque la divergencia genética en el tamaño corporal entre las poblaciones no es particular (Partridge y Coyne, 1997), la flexibilidad fenotípica es un factor importante en rangos geográficos en el tamaño del cuerpo, se ha demostrado que una reducción de la temperatura ambiental provoca un aumento en el tamaño adulto en la mayoría de los ectotérmos (Atkinson *et al.*, 2003).

Atkinson *et al.*, (2003), indican que a temperatura extremadamente baja, el tamaño del animal y la temperatura interna aumentan. En la zona de confort, se espera una relación inversa entre el tamaño y la temperatura de los ectotérmos; a temperatura

extremadamente alta, la respuesta es más variable, por ello el tamaño del animal puede aumentar o disminuir (Figura 1).

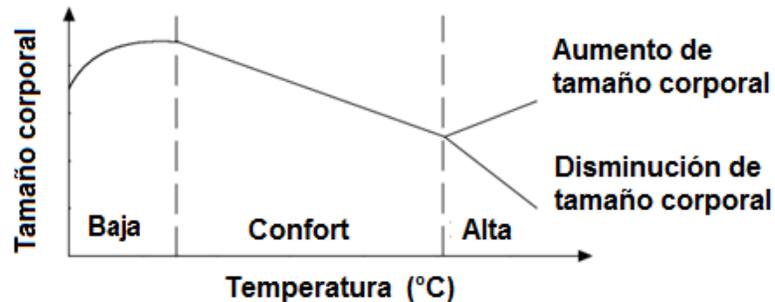


Figura 1. Tamaño corporal en respuesta a la temperatura de crianza en ectotermos (Modificado de Atkinson *et al.*, 2003).

En homeotermos la zona confort o de termoneutralidad de una especie (Figura 2), es el rango de temperatura ambiente donde la temperatura corporal de los animales se mantiene constante, con mínimo esfuerzo de los mecanismos termorreguladores y el animal no tiene la sensación de calor o frío. En esta zona, los vasos sanguíneos de la piel no presentan vasodilatación ni vasoconstricción, con evaporación mínima, y las respuestas de comportamiento al frío o al calor están ausentes.

Cuando el animal se localiza en clima frío, hay aumento del metabolismo para contrarrestar las pérdidas de calor hacia el exterior. La baja temperatura ambiental provoca vasoconstricción, la disminución del flujo sanguíneo periférico reduce la pérdida de calor sensible (Bavera y Beguet, 2003) (Figura 2). Cuando el ambiente se vuelve más frío la tasa de producción de calor aumenta, se recurre a procesos químicos, incrementa el consumo y la combustión de las reservas energéticas (Bavera y Beguet, 2003).

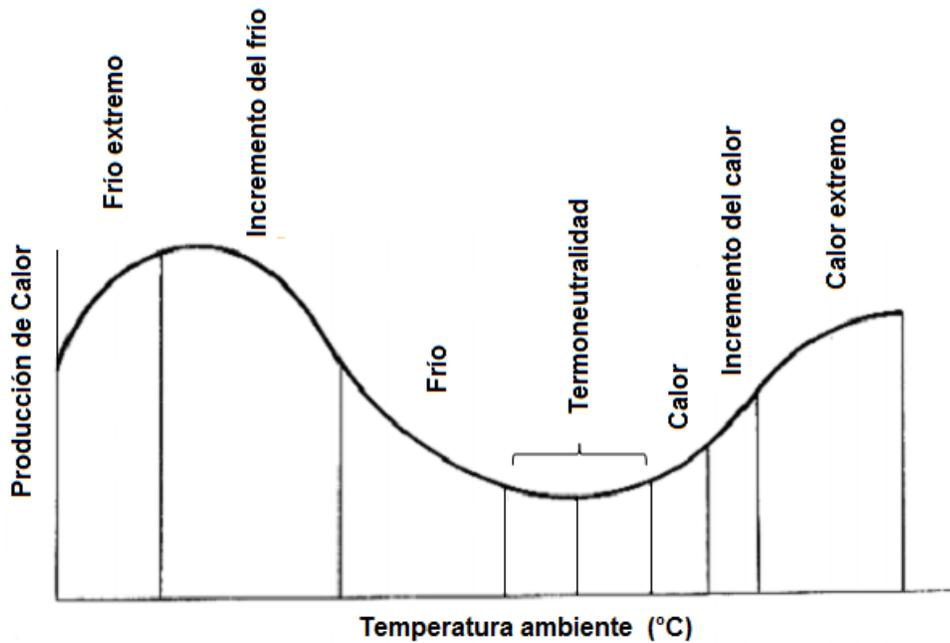


Figura 2. Efecto de la temperatura ambiente en la producción de calor de un homeotermo (Bavera y Beguet, 2003).

Para lograr incrementar la tasa metabólica en climas fríos los heterotermos, recurren a dos mecanismos: 1) aumenta la ingesta de alimento para someterlo a la combustión y 2) disminuye la superficie radiante, adoptando posturas que denotan encogimiento de sus formas (Bavera y Beguet, 2003).

Los costos fisiológicos son importantes para las lagartijas en climas fríos, en caso de huir a un refugio como una grieta en una roca, su temperatura corporal disminuye por abajo del valor óptimo en poco tiempo, lo que afecta negativamente la condición corporal (Martín y López, 1999) y el consumo de alimento, ya que su metabolismo baja. La temperatura corporal es indudablemente la más fuerte determinante de la tasa digestiva (Madsen y Shine, 2002).

En climas extremadamente fríos es dónde se presenta la máxima producción de calor metabólico del animal, posteriormente comienza el descenso en la producción de calor; sin embargo el calor extra producido es insuficiente para compensar la pérdida de calor del animal y la temperatura corporal comienza a disminuir, por lo tanto el animal incrementa el metabolismo y comienza la combustión interna, seguido de actividad muscular (escalofríos) y la reducción del volumen corporal; la producción de calor declina bruscamente, y se acelera el proceso de enfriamiento si la temperatura ambiente sigue disminuyendo, el animal puede morir (Bavera y Beguet, 2003).

En contra posición, en clima cálido, cuando la temperatura ambiente se eleva por encima de la zona de confort termal, el organismo experimenta un aumento de la tasa metabólica, consecuencia del relativo bloqueo para la eliminación del exceso de calor, se observa vasodilatación general, aumento de la respiración, sudoración y jadeo. Con el jadeo el animal aumenta la pérdida de calor por aire espirado y por la evaporación de humedad del aparato respiratorio. La evaporación en el aparato respiratorio es menos eficaz como disipadora de calor que la sudoración, porque el trabajo respiratorio produce un calor extra que será necesario disipar (Bavera y Beguet, 2003).

El incremento de la temperatura corporal, la respiración y el jadeo, alcanzan el límite máximo a temperatura extrema de calor ambiental, lo que sugiere que el metabolismo para compensar el exceso de calor ha fracasado y decae la producción animal. La máxima tasa de producción de calor indica la incapacidad para eliminar el excedente de calor producto de la temperatura crítica y el aumento constante del metabolismo (Bavera y Beguet, 2003) y el animal puede morir.

Los reptiles generalmente tienen diferencias de temperatura más pequeñas que los mamíferos del mismo tamaño, y aun siendo más grandes en tamaño (Navas *et al.*,

1999), estudios han demostrado que los homeotermos tienen un nivel de metabolismo estándar que es de cuatro a cinco veces mayor que el de los poiquilotermos (Hemmingsen, 1960; Dawson y Hulbert, 1970). Las diferencias de temperatura en reptiles y mamíferos parecen ser similares a pesos superiores de 100 kg, porque no entran en equilibrio térmico durante un período aproximado de 12 horas en la noche, depende del tamaño corporal y la temperatura ambiente (Zamora, 2015).

Los ectotermos pueden crecer más rápidamente a través de la especialización térmica, que implica cambios en su fisiología, en la determinación de la eficiencia en la asimilación de los recursos que utiliza para el crecimiento. Sin embargo, la especialización aumenta la tasa de crecimiento a algunas temperaturas, mientras que disminuye la tasa de crecimiento a otras temperaturas (Bennett y Lenski, 1999; Yamahira y Conover, 2002).

En iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), el bajo crecimiento en condiciones de cautiverio se asocia con tres factores principales: el tipo de dieta, la temperatura ambiental y por las características de las instalaciones (Arcos *et al.*, 2005).

2.9.2 Termorregulación de los animales

De acuerdo con la estabilidad de la temperatura corporal, la termorregulación en los animales se divide en dos: 1) homeotermos, animales de sangre caliente o endotermos y 2) poiquilotermos, sangre fría o ectotermos; algunos términos son más adecuados que otros. Los primeros mantienen la temperatura corporal próxima a un valor establecido por medio de la producción y pérdida de calor; los segundos son aquellos donde la temperatura corporal tiende a fluctuar con la temperatura del ambiente. Es importante mencionar que muchos poiquilotermos pueden mantener una temperatura

corporal similar como los homeotermos de diferentes maneras, por ello son más adecuados los términos: endotérmico que generan parte de su temperatura corporal de su interior y ectotérmico que dependen casi por entero del calor ambiental (Eckert *et al.*, 1988).

Ctenosaura pectinata es un organismo ectotérmico que regula su temperatura corporal mediante exposición al sol, de tal manera que deben tener la posibilidad de asolearse y sombrearse diariamente para funcionar eficientemente (Alvarado y Suazo, 1996).

Los reptiles presentan una tasa metabólica en descanso (aún en su pico) menor a 1/3 en relación a los mamíferos de la misma talla. La iguana sólo gasta la décima parte de calorías para mantenimiento comparado con las aves o mamíferos y su tasa de crecimiento es mucho más lenta (Werner, 1987).

2.9.3 Temperatura corporal

Los reptiles dependen de fuentes externas de calor para regular la temperatura de su cuerpo y para digerir el propio alimento (Regal, 1966). Los ectotérmos producen calor metabólico en proporciones comparativamente bajas. El intercambio de calor con el ambiente es más importante para determinar la temperatura corporal que la producción de calor metabólico (Eckert *et al.*, 1988). Se sabe que los reptiles deben mantener su temperatura corporal diaria alrededor de 34-37 °C (Van Marken, 1992; Arcos *et al.*, 2005).

2.9.4. Alimentación

La alimentación animal es uno de los factores principales a considerar en la explotación de cualquier especie, para lograr una productividad adecuada, además, ésta

práctica influye de manera importante en el crecimiento de los animales (Arcos y López, 2009) y por lo tanto en la condición corporal.

Todos los animales necesitan nutrientes para realizar sus funciones de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción; por lo tanto, el alimento debe tener un aporte importante de proteínas, carbohidratos, vitaminas, grasas y minerales, ya que sus necesidades nutritivas varían de acuerdo con la talla, actividad física, edad, sexo, estado fisiológico, salud y la composición genética (Church y Pond, 1987; Maynard *et al.*, 1992), que son afectados por la condición corporal.

La condición corporal en iguanas se puede mantener en óptimas condiciones en vida silvestre con un consumo de alimento conteniendo de PC 25.3 % y de energía 2.703 Mcal/kg (Zurita *et al.*, 2009).

El contenido de minerales en el alimento de los animales, es importante para evitar severas alteraciones metabólicas que conllevan a padecimientos como la descalcificación de los huesos y la mineralización de los músculos (González, 1999), por ello es importante considerar el aporte de minerales en la dieta de las iguanas.

Con dietas que tengan diferentes alimentos, los animales son expuestos a un contenido de nutrientes desigual y de esa manera, pueden elegir el tipo de alimento que necesitan; en el caso de las dietas de las moscas de la fruta, el contenido lipídico con rango de 5-30% se correlaciona negativamente con 40-80% en el contenido de proteínas (Mayntz *et al.*, 2005).

En Australia tropical, en un estudio con serpientes de agua (*Liasis fuscus*) de ambos sexos, al utilizar la condición corporal como variable dependiente y las tasas de alimentación y crecimiento como variables, se encontraron las siguientes ecuaciones de

predicción: para machos: $\ln \text{masa} = 2.905 \times \ln \text{lhc} - 7.569$, y para las hembras: $\ln \text{masa} = 2.903 \times \ln \text{lhc} - 7.54$, (machos: $r = 0.94$; hembras: $r = 0.88$), donde: $\ln \text{masa}$ =logaritmo natural de la masa, $\ln \text{lhc}$ =logaritmo natural del hocico a la cloaca. De esta manera, los cambios asociados en las tasas de alimentación y crecimiento pueden explicar el 94% de la variación en los valores de la condición corporal de los machos, y 88% de la variación en la condición corporal de hembras, se sugiere que los cambios de tamaño por el aporte de energía para el crecimiento y almacenamiento corporal son determinados por los cambios en las tasas de ingesta de alimento (Madsen y Shine, 2002).

Las serpientes de agua al crecer se hacen más delgadas ya que un mayor tamaño corporal, permite que las serpientes ingieran presas de mayor tamaño; las hembras adultas tienden a acumular mayor reserva de energía que los machos, porque necesitan reservas para la gravidez, de tal manera, que las serpientes grandes se vuelven más delgadas porque la tasa de alimentación es baja (Madsen y Shine, 2002)

Según Arcos *et al.*, (2007), el consumo de alimento está determinado por las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento, en el caso de la iguana negra en cautiverio; a su vez, el peso depende de la calidad, disponibilidad del alimento, así como de la edad (Pough, 1973; Suazo y Alvarado, 1994; Alvarado y Suazo, 1996). Por su parte, Vélez y Cobos (1997) mencionan que las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo, así como las condiciones ambientales de la región ceco – cólica de la iguana negra son las que determinan las diferencias en la capacidad para digerir alimentos con alto contenido en fibra; ya que según Troyer (1984) reporta que las crías, juveniles y adultos de *I. iguana* tienen la misma capacidad para degradar fibra dependiendo del tipo de alimento consumido y por lo tanto puede afectar la condición corporal.

2.9.5. Sexo

La función reproductiva de machos y hembras difiere en la mayoría de las especies animales (Trivers, 1972); por ello, la condición corporal es importante, ya que la aptitud masculina depende de la capacidad para adquirir pareja (Parker, 1978), mientras que la aptitud femenina depende de la capacidad para producir y transportar sus huevos y fecundarse (Preziosi *et al.*, 1996).

La CC es importante en ambos sexos, en los machos la cantidad de energía y nutrientes acumulados en los tejidos, se emplean en la búsqueda de pareja (utilizan carbohidratos y grasas de cadena corta) y en la competencia masculina (usan la musculatura y gastan energía). Las hembras asignan energía (grasa) y nutrientes necesarios para la formación de huevos (proteínas y carbohidratos de cadena larga) (Cavallini, 1996; Bonnet *et al.*, 1998; Rosenheim *et al.*, 2000; Casselman y Schulte-Hostedde, 2004; Santos y Llorente, 2004, Min *et al.*, 2006). Por lo anterior, las diferencias de CC en el tipo de sexo, se pueden explicar por la acumulación de diferentes tipos de nutrientes; en estos términos, la interpretación de los resultados debe hacerse con base en las demandas específicas del sexo. En la práctica, los análisis se deben realizar por separado ya que la reserva de nutrientes es utilizada para distintos fines según el sexo (Moya *et al.*, 2008).

La densidad corporal es un índice mucho más poderoso que las estimaciones de condición de masa o volumen corporal, por lo que expresa mayor relación con el éxito reproductivo de machos y hembras, también con estimaciones de reserva de energía en relación con los índices de masa o volumen (Moya *et al.*, 2008).

Una buena condición corporal asegura el éxito reproductivo de los machos, ya que el tamaño corporal está relacionado con la fuerza y por lo tanto, en la dominancia entre los animales (Beaugrand y Zayam, 1985). En la etapa reproductiva de las iguanas, en el periodo de territorialidad, se observan múltiples enfrentamientos entre machos, para poder mostrar su dominio y elegir pareja; en el caso de las hembras, no existe tal competencia; sin embargo, puede afectar el número, tamaño y peso de los huevos ovopositados, así como el nacimiento de las crías por falta de nutrientes en el huevo relacionado con una mala condición corporal (Pinacho *et al.*, 2010; López *et al.*, 2012).

2.9.6. Hábito alimenticio

Las iguanas tienen diferente hábito alimenticio durante su periodo de vida, las jóvenes son de hábitos terrestres, con alimentación insectívora (Valenzuela, 1981; Casas, 1982), diferente a los organismos adultos que son arborícolas (Valenzuela, 1981; Sánchez, 1992; Suazo y Alvarado, 1994). Posiblemente las diferentes dietas alimenticias son en parte responsables de la CC en iguanas y van acorde con su desarrollo fisiológico, ya que no se han reportado crías de iguanas gordas. Los hábitos alimenticios en *C. pectinata* se clasifican en: 1) crías, quienes consumen como dieta principal insectos; 2) juveniles, donde los insectos forman parte de la dieta, pero el consumo de hojas es mayor y 3) adultos, quienes consumen hojas como parte importante de la dieta y los insectos son consumidos raramente (Cooper y Lemos-Espinal, 2001).

Las iguanas se caracterizan por tener intestino grueso amplio, lo que indica que la digesta permanece mayor tiempo en contacto en el tracto digestivo, y con ello se promueve mayor tiempo para la asimilación de nutrientes independientemente del tamaño corporal del animal (Vervust *et al.*, 2010). Esto plantea la capacidad de los

individuos para adaptarse a las variaciones de su hábitat y quizá mantener su CC; además que en condiciones de cautiverio las iguanas pueden cambiar su CC porque la cantidad, calidad y disponibilidad de alimento que se ofrece no necesariamente será el adecuado para los individuos.

Hume (2005) menciona que, en animales cautivos, existe un aumento en el consumo de alimento cuando las demandas energéticas aumentan y disminuye cuando la calidad del alimento es bajo, con alto contenido de fibra indigestible. Sin embargo, uno de los parámetros que debe asociarse a los valores de digestibilidad, es el tiempo que invierten los individuos en realizar la degradación del alimento; lo que indica, que los individuos son capaces de alcanzar alta digestibilidad, pero invierten mayor tiempo en digerir el alimento.

2.9.7. Parasitosis

Los reptiles más pesados tienen mayor masa porque contienen más grasa, mayor tejido muscular, o porque están más hidratados, se observa que los animales más pesados son más saludables (Dunlap y Mathies, 1993, Van Slys, 1998, Schall *et al.*, 2000). Sin embargo, se ha demostrado que el parasitismo afecta la condición corporal en *Anolis gundlachi* (Schall y Pearson, 2000).

Existen varios tipos de parásitos, que se alimentan de los reptiles (Martínez *et al.*, 2015) que pueden ser de tipo interno y externo; en los primeros se considera a los nematodos observados en la región ceco-cólica; en los de tipo externo, se considera a los ácaros y garrapatas, ubicadas en las extremidades junto a las articulaciones, pliegues gulares e inclusive bajo las escamas. La iguana verde (*Iguana iguana*) en cautividad presenta nematodos del género *Trichostrongylus* y *Oxyuris* y ácaros del género

Amblyoma, *Ophionyssus* y *Hirstiella* (Martínez *et al.*, 2015). Parásitos que afectan la condición corporal de las iguanas hasta causar su muerte.

La presencia de parásitos puede reducir el éxito reproductivo de los lagartos en ambos sexos (Schall, 1983, 1990), cambiar el comportamiento del huésped (Schall y Sarni, 1987), interrumpir su fisiología (Schall, 1990), reducir la condición corporal (Dunlap y Mathies, 1993), y alterar la capacidad competitiva de poblaciones enteras de lagartos (Schall, 1992). Por ello, es importante desarrollar un plan de manejo, para mantener la condición corporal en los animales mantenidos en cautiverio.

2.10. Factores que son afectados por la condición corporal

2.10.1. Reproducción

Se ha investigado la influencia de la condición corporal sobre la reproducción en mamíferos (Roche *et al.*, 2009), aves (Chastel *et al.*, 1995, Ebbinge y Spaans, 1995, Capllonch *et al.*, 2011), reptiles (Bonnet *et al.*, 1994; Schulte-Hostedde *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2015) y anfibios (Kaplan, 1987; Gómez y González, 2014).

La importancia de las reservas corporales para la producción de huevos varía mucho en el grupo de los escamosos, ya que la vitelogénesis depende principalmente de las reservas corporales en la hembra adulta (Diller y Wallace, 1984; Brown, 1991), lo cual depende de la calidad y disponibilidad del alimento (Plummer, 1983, Whittier y Crews, 1990, Naulleau y Bonnet, 1995).

2.10.2. Longitud del cuerpo y edad

Olsson (1994) sugiere que, en lagartos de arena juveniles, (*Lacerta agilis Linnaeus*), primero se invierte energía en el desarrollo de la longitud hocico-cloaca, antes

de desarrollar características sexuales secundarias, Gvozdik (2000) menciona que la longitud de los lagartos se correlaciona con la edad y estableció una clasificación de acuerdo con la longitud hocico–cloaca en: 1) adulto, para animales > 46 mm, 2) sub–adultos con rangos de 35-46 mm y 3) juveniles <35 mm.

Arcos *et al.*, (2005) y Arcos y López (2009) mencionan que las crías recién nacidas de iguana negra pesan en promedio 4.7 ± 0.6 g, con longitud hocico–cloaca de 53.6 ± 3.0 mm, longitud total de 195.2 ± 12.6 mm y la longitud de la cabeza de 16 ± 0.7 mm. Dicha variación puede estar afectada por la condición corporal y por lo tanto la sobrevivencia de las crías; porque se ha documentado que en vida silvestre, el 75% de las crías mueren al nacimiento por varias razones (Suazo y Alvarado, 1996) y va en aumento en el primer año hasta llegar a un rango de 95 y 97% en la edad adulta. Aunque Arcos *et al.*, (2002) indican que la mortalidad de la iguana negra hasta la edad de dos años puede ser menor de 7.3%, lo que se puede deber al mantenimiento de la condición corporal en animales bien alimentados y con manejo adecuado en condiciones de cautiverio.

López *et al.*, (2012) indican que las iguanas hembras de cuatro años y medio de edad posiblemente gastan menos energía en crecer y por lo tanto almacenan mayor cantidad de grasa corporal, momento en que reproductivamente son más aptas, posiblemente por su mejor condición corporal.

2.11. Relación grasa:hueso

La grasa y el hueso se encuentran estrechamente relacionados en los mamíferos; la remodelación ósea, como medio para la reposición de calcio y el mantenimiento de la integridad, exige una fuente de energía, que es proporcionada desde el tejido adiposo; el

cual mediante señales desde el hipotálamo, regula la masa ósea para controlar el consumo de energía y modular la secreción de insulina (Rosen, 2008). La relación grasa:hueso es multifactorial y está relacionado con el estilo de vida, nutrición y factores genéticos (Rosen y Bouxsein, 2006).

Dentro de los constituyentes del hueso, destacan el calcio y el fósforo, en proporción 2:1 respectivamente, para el buen funcionamiento y bienestar de los mismos (Albert *et al.*, 2001). Por ello, un escaso aporte de calcio en la dieta, origina hipocalcemia; también la hipoproteinemia, pueden originar hipocalcemia debido a que una fracción del calcio sérico se encuentra unido a proteínas plasmáticas (Boyer, 1996). Ambos factores originan la enfermedad ósea metabólica (EOM), proceso que puede estar asociado con deficiencias de minerales y vitamina D en la dieta, así como la falta de exposición a la radiación UV-B (Alberts, 1993, Barten, 1996). Este síndrome metabólico puede estar asociado en las iguanas y afectar la condición corporal.

La hormona más importante del metabolismo del tejido adiposo es la leptina, su función es regular el apetito, la reproducción y el balance energético (Cao, 2011). La leptina al expresarse en los adipocitos, influye en los centros catabólicos y anabólicos del hambre localizados en el hipotálamo, es un factor que vincula la ingesta de alimentos con el metabolismo óseo, lo que implica la interacción biológica con la homeostasis que controla la composición corporal y los depósitos de grasa (Collins *et al.*, 1996).

Los valores elevados de leptina se asocian a una mayor densidad mineral ósea, lo que genera una reducción del riesgo de fractura (Biver *et al.*, 2011). Upadhyay *et al.*, (2015) mencionan que en la obesidad en alto grado, la leptina no actúa adecuadamente, es por ello, que al incrementarse los niveles de leptina se produce inflamación que puede causar la disminución de la salud ósea y del cartílago.

III. HIPÓTESIS

La obtención de una metodología para la categorización de la condición corporal en hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en el inicio de la etapa de celo, servirá de indicador en el manejo de la eficiencia reproductiva para la especie.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Obtener una clasificación de la condición corporal y evaluar el manejo nutricional en hembras de iguana negra (*C. pectinata*) para incrementar la eficiencia reproductiva en condiciones de cautiverio.

4.2 Específicos

Clasificar la condición corporal en las hembras de *C. pectinata* en el periodo de celo mantenidas en condiciones de cautiverio.

Evaluar el efecto del manejo nutricional sobre la condición corporal en hembras de iguana negra y su efecto en la eficiencia reproductiva.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La presente investigación se realizó en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR), localizado en el kilómetro 128.1 de la Carretera Federal No. 200, Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Oaxaca, México.

Dicho centro se ubica a los 15°55'23,1"N y 97°09'05"O, con una elevación de 12 msnm. Según la clasificación de Köppen adaptada por García (1981), el clima es Aw que corresponde a la categoría de cálido subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación promedio de 1 550 mm anuales; temperatura promedio de 24°C del mes más fresco y 26°C de temperatura del mes más cálido, siendo para el mes más frío una temperatura promedio mayor de 18°C.

La tesis se desarrolló en dos experimentos, el primero, fue sobre la determinación de la condición corporal y el segundo, sobre la alimentación relacionado con la Condición Corporal para incrementar la eficiencia reproductiva.

5.2. Primer Experimento: Determinación de la condición corporal

5.2.1. Selección de las iguanas

En este experimento el número de animales que se utilizó fue de 40 hembras adultas en etapa reproductiva, específicamente en el inicio del celo hasta finalizar la postura de los huevos. Se utilizaron dos grupos, la mitad de hembras se midieron en la época de apareamiento, que corresponde con el mayor peso de las iguanas debido a que han almacenado reservas; la otra mitad se evaluaron posterior a la etapa de postura de los huevos, que pertenece a la época donde las hembras han perdido las reservas corporales por el esfuerzo reproductivo. Lo anterior fue con la finalidad de obtener

diferentes condiciones corporales para establecer una condición corporal que abarcara las iguanas extremadamente delgadas y las extremadamente obesas. Todas las iguanas se seleccionaron aleatoriamente dentro de cada grupo sin tomar en cuenta la edad de las hembras.

5.2.2 Duración del experimento

Para obtener la información adecuadamente el experimento tuvo una duración de ocho meses para poder incluir toda la etapa reproductiva, donde se involucrara el peso máximo y mínimo que pueden alcanzar las iguanas por la actividad reproductiva.

5.2.3. Alimentación

Las iguanas fueron alimentadas con cuatro tipos de alimentos comerciales, todos de Purina ®:

- 1) Pavitina®, con 26.0% de proteína cruda (PC), 12.0% de humedad (H), 2.8% de grasa (G), 5.0% de fibra cruda (FC), 10.0% de cenizas (MI), 44.2% de elementos libres de nitrógeno (ELN), 1.3% de calcio (Ca) y 1.10% fósforo (P).
- 2) Layina®, 16.0% de PC, 12.0% de H, 2.5% de G, 7.0% de FC, 15.0% de MI, 47.5% de ELN, 3.5% de Ca y 0.5% P.
- 3) Conejo Turbo®, 16.0% PC, 12.0% de H, 3.0% de G, 17.0% de FC, 10.0% de MI y 42.0% de ELN.
- 4) Generaleche®, 18.0% de PC, 12.0% de H, 3.5% de G, 15.0% de FC, 12.0% de MI, 39.5% de ELN, 2.5% de Ca y 0.4% P.

Con la finalidad de que las iguanas pudieran llenar sus necesidades nutricionales, todos los alimentos concentrados fueron mezclados en proporción 1:1:1:1.

Adicionalmente se ofrecieron sales minerales de la marca Fosforysal de Purina® 120 L, que contiene 120 g/kg P, 4.0 g/kg Zn, 2.0 g/kg Fe, 1.33 g/kg Cu, 0.08 g/kg I, 12.5 g/kg S, 120.0 g/kg Ca, 10.0 g/kg Mg, 4.0 g/kg Mn, 0.013 g/kg Co, 0.022 g/kg Se, 200.0 g/kg Sal.

A todos los animales se les alimentó y ofreció agua todos los días *ad libitum* a las 8:00 am y se realizó limpieza cada tercer día.

5.2.4. Jaulas

Los animales utilizados se mantuvieron en dos jaulas con dimensiones de 5 x 6 x 3 m de ancho, largo y alto respectivamente, la parte superior a dos aguas, las partes laterales construidas con material de lámina galvanizada de la base hasta un metro de altura del piso y el resto de la jaula cerrada con malla de criba e incluyendo en el interior de la jaula árboles de almendro (*Terminalia catappa*) para proporcionar sombra, también tenían piletas de agua para consumo y nidos artificiales para la postura en la etapa respectiva. En todo momento se evitó el estrés de las iguanas.

5.2.5. Variables evaluadas

1. Peso vivo. Los animales se pesaron en la etapa de celo, con una balanza granataria (± 1 g).

2. Longitud total. Las iguanas se midieron en el mismo día que se pesaron (Félix, 2016) se colocó una cinta métrica sobre el piso y se midió desde la punta del hocico hasta la punta de la cola.

3. Longitud hocico–cloaca. Se colocó una cinta métrica sobre el piso y se registró desde la punta del hocico del animal hasta la base de la cola, sitio donde se ubica la cloaca (Félix, 2016).

4. Longitud de cabeza. Se manipuló a la iguana, sosteniéndola de la base del cuello para evitar el movimiento de cabeza y con un vernier se consideró desde la punta del hocico y el extremo límite donde inicia el oído (Félix, 2016).

5. Volumen del cuerpo. Se diseñó un tubo de pvc de 4" de diámetro, al cual se le hizo un corte y se reemplazó con una tira de mica transparente, sitio donde se adaptó una graduación en ml para poder obtener el valor del volumen; para esto, se llenó cierto nivel del tubo con agua y al introducir la iguana, el nivel de agua aumentó por diferencia de volúmenes se obtuvo el dato del volumen.

6. Diámetro de la base de la cola (Félix, 2016). Se midió con una cinta métrica por todo el contorno de la base de la cola.

7. Diámetro de cadera (Félix, 2016). Se rodeó la cadera con una cinta métrica, justo en la zona donde se une con las extremidades posteriores.

8. Diámetro de pierna (Félix, 2016). Con una cinta métrica se rodeó la parte media de la pierna y se tomó lectura del dato.

9. Longitud de pelvis (Félix, 2016). Se sostuvo a la iguana en la mesa y se colocó el vernier en la parte superior de las extremidades posteriores, justo en el Coxis y se tomó la lectura.

5.2.6. Análisis estadístico.

Para el análisis de los datos se llevó a cabo estadística descriptiva y una prueba de normalidad de las variables estudiadas (SAS, 2010).

Se realizó un análisis de correlación de *Pearson* para identificar las variables que tuvieron mayor correlación, posteriormente éstas últimas se usaron para determinar la condición corporal (SAS, 2010). De las variables que mejor se correlacionaron se obtuvieron ecuaciones de predicción para el volumen y se llevó a cabo un análisis de *Stepwise* para seleccionar las mejores variables para determinar el volumen (SAS, 2010).

5.3. Segundo Experimento: alimentación relacionada con la condición corporal

5.3.1. Selección de animales

Para esta etapa, el número de animales utilizados fue de 12 hembras, con peso promedio de $810.58 \text{ g} \pm 157.81$, longitud total de $70.50 \text{ cm} \pm 8.06$, longitud hocico-cloaca de $27.25 \text{ cm} \pm 1.07$ y longitud de cabeza de $6.17 \text{ cm} \pm 0.38$. Las hembras se seleccionaron de la siguiente manera: diez de ellas provenían de las hembras de reciente postura (extremadamente delgadas o condición 1) y nueve provenían de hembras con condición excelentes y gordas.

5.3.2. Duración del experimento

Los animales en el presente estudio estuvieron sometidos a observación y medición por el periodo de ocho meses (diciembre julio del 2017).

5.3.3. Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos alimenticios (T₁: testigo: alimento que contiene 17.5 % de PC y T₂: alimento que contiene 19% de PC) que se prepararon de la siguiente manera:

T₁: Alimentación que se ofrece a las iguanas en el Centro de Conservación y Reproducción de iguanas de la Universidad del Mar y se compone de tres tipos de alimento concentrado: 1) Iniciarina®, 21.0% PC, 12.0% de H, 2.0% de G, 9.0% de FC, 10.0% de MI, 46.0% de ELN, 0.9% de Ca, 0.5% P., 2) Conejo Turbo®, 16.0% de PC, 12.0% de H, 3.0% de G, 17.0% de FC, 10.0% de MI y 42.0% de ELN y 3) Layina®, 16.0% de PC, 12.0% de H, 2.5% de G, 7.0% de FC, 15.0% de MI, 47.5% de ELN, 3.5% de Ca y 0.5% P. Todos los alimentos concentrados fueron mezclados en proporción 1:1:1. No se adicionaron sales minerales.

T₂: Las iguanas fueron alimentadas con alimento preparado con cuatro tipos de alimentos comerciales: 1) Pavitina®, que tiene un contenido de 26.0% de proteína cruda (PC), 12.0% de humedad (H), 2.8% de grasa (G), 5.0% de FC, 10.0% de MI, 44.2% de ELN, 1.3% de Ca y 1.1% P; 2) Layina®, 16.0% de PC, 12.0% de H, 2. % de G, 7.0% de FC, 15.0% de MI, 47.5% de ELN, 3.5% de Ca y 0.5% P; 3) Conejo Turbo®, 16.0% PC, 12.0% de H, 3.0% de G, 17.0% de FC, 10.0% de MI y 42.0% de ELN, y 4) Generaleche®, 18.0% de PC, 12.0% de H, 3.5% de G, 15.0% de FC, 12.0% de MI, 39.5% de ELN, 2.5% de Ca y 0.4% fosforo. Con la finalidad de que las iguanas puedan llenar sus necesidades nutricionales, todos los alimentos concentrados fueron mezclados en proporción 1:1:1:1.

Adicionalmente se ofreció sal mineral de la marca Fosforysal® 120 L, que tiene 120 g/kg P, 4.0 g/kg Zn, 2.0 g/kg Fe, 1.3 g/kg Cu, 0.08 g/kg I, 12.5 g/kg S, 120.0 g/kg Ca, 10.0 g/kg Mg, 4.0 g/kg Mn, 0.01 g/kg Co, 0.02 g/kg Se, 200.0 g/kg Sal.

5.3.4. Jaulas

Los animales utilizados se mantuvieron en dos jaulas como en el primer experimento.

5.3.5. Variables a evaluar

1. Condición corporal, de acuerdo con los resultados obtenidos en el experimento anterior, donde se consideraron las variables que mejor describen la condición corporal de las iguanas.

2. Comportamiento de cópula. Se observó y registró de las variables reproductivo de las hembras un mes antes de la época reproductiva y en el periodo de apareamiento (Suazo y Alvarado, 1994).

3. Características de los huevos ovopositados. Se midió el peso (g), largo (mm) y ancho de los huevos (mm), número total de huevos, huevos incubados, sin calcificar, inmaduros, dañados, infértiles y eclosionados (Arcos-García *et al.*, 2010; Pinacho *et al.*, 2010; Ruvalcaba *et al.*, 2012).

4. Características de las crías. En las crías post-eclosión se evaluó el peso (g) y las longitudes (mm): total, cabeza y cuerpo (Pinacho *et al.*, 2010).

5. La masa relativa de la nidada (MRN) fue determinada con el cociente peso de los huevos / peso de las hembras sin huevos (Shine, 1992).

5.3.6. Análisis de varianza

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado desbalanceado con dos tratamientos, analizado por medio del paquete SAS (2010).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Primer Experimento: Determinación de la condición corporal

En el Cuadro 1 se observan los valores promedios de peso (695.7 ± 197.4 g), volumen (723.3 ± 185.01 ml), longitud total (67.7 ± 10.57 cm), longitud hocico-cloaca (27.2 ± 1.40 cm), longitud de cabeza (6.1 ± 0.38 cm), longitud de pelvis (3.2 ± 0.39 cm), diámetro base de cola (11 ± 1.24 cm), diámetro de pierna (9 ± 1.16 cm) y diámetro de cadera (14.9 ± 1.41 cm). Estos resultados son similares a lo reportado por Félix (2016) y Ruvalcaba *et al.*, (2012), quienes midieron iguanas a partir de tres años y medio de edad hasta hembras de más de siete años. López (2009), en su investigación sobre “Caracterización de la etapa reproductiva de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) mantenida en condiciones de cautiverio, reporta valores de peso pre-ovoposición en hembras que oscilan entre los 456 g de 3.5 años de edad, 583, 610, 667 y 683 g de peso en edades de 4.5, 5.5, 6.5 y 7.5 años respectivamente; el peso post-ovoposición para las hembras de 7.5 años con respecto a hembras de 4.5 y 3.5 años osciló entre los 456, 355 y 293 g respectivamente. Por su parte, Herrera *et al.*, (2009), reporta valores promedio tanto de peso y longitud hocico-cloaca para edades desde el nacimiento hasta los 9 años de edad, resaltando y para fines de comparación, las edades 3, 6 y 9 años, las cuales representan tiempos aptos para la reproducción en hembras de iguana negra. Los valores registrados por Herrera *et al.*, (2009), son: 414, 675 y 891 g de peso y 22, 26 y 28 cm de longitud hocico-cloaca respectivamente para las edades antes mencionadas.

Cabe mencionar que entre las variables básicas que se consideran en las biometrías que se realiza en iguanas, generalmente se miden las siguientes: peso, longitud total, longitud hocico cloaca y longitud de la cabeza; las otras variables que se midieron y que se mencionan en el cuadro 1, son: volumen, longitud de pelvis, diámetro

base de cola, diámetro de pierna y diámetro de cadera, estas variables fueron importantes porque se consideraron que daban mayor soporte y rigor al experimento.

Haciendo una comparación de las variables que se utilizaron, en el caso de Ruvalcaba *et al.*, (2012), reportan pesos promedios de 537.2 g, longitud total 46.4 cm, longitud hocico cloaca 24.1 cm y longitud de cabeza 5.6 cm, por lo que las hembras utilizadas en el presente estudio, presentaron mejores características, ya que en la selección de animales se optó por las hembras que mostraron mejores reservas corporales. Estas diferencias en el tamaño que aunque son similares, los ejemplares fueron más grandes probablemente por el manejo y dieta que tuvieron.

Ruvalcaba *et al.*, (2012), mencionan que las hembras mayores de 4,5 años de edad producen mayor número de crías, más grandes y pesadas, que las hembras de menor edad, por lo que las hembras de edad variable que se utilizaron en el presente estudio, fueron representativas para su reproducción y esto permite considerar que fueron las más adecuadas ya que, según Machorro *et al.*, (2009), reportaron que para los 4 años y 2 meses de edad, los pesos medios fueron de 445.1 g, longitud hocico cloaca de 23.0 cm, por lo que los ejemplares utilizados en éste estudio superan los valores mencionados.

Dentro de las variables respectivas al diámetro base de cola, cadera y diámetro de pierna que se evaluaron en las hembras de iguanas, se ha utilizado el diámetro de la base de cola en algunos reptiles, como ejemplo de ello, Cedeño, *et al.*, (2011), lo utilizó en *Crocodylus moreletii*, para hacer referencia como una medida adicional, ya que es uno de los lugares del cuerpo donde los cocodrilos almacenan grasa como una reserva energética. Dichos autores sólo encontraron relación en las variables peso-diámetro base de cola, utilizando el factor de condición corporal de Fulton “K”, la cual es un método que

se usa ampliamente para describir la salud de numerosos vertebrados (Hayes y Shonkwiler, 2001) y que mejor describen la condición de salud de la población.

En el Cuadro 2, se muestra que la longitud total no tiene una distribución normal, la variable puede deberse porque muchas veces las iguanas pierden la cola con el manejo que se realiza en cautiverio y cambia la relación de la longitud total por lo que no es homogéneo su comportamiento de crecimiento, esta pérdida de la cola es una estrategia de defensa de las iguanas al realizar la autotomía, cuando existe un riesgo de su vida (Arcos *et al.*, 2002). En el caso de la, los valores se linealizan y por tanto se pierde la condición de normalidad.

Las variables que tuvieron la mejor correlación fueron: peso:volumen ($r = 0.98$, $P < 0.0001$), peso:diámetro base de cola ($r = 0.95$, $P < 0.0001$) y volumen:diámetro base de cola ($r = 0.93$, $P < 0.0001$). Los valores anteriores concuerdan con Mader (1996), Rueda *et al.*, (2007) y Sampson *et al.*, (2014). La correlación positiva entre dos variables indica que cuando una variable aumenta la otra también, lo cual concuerda con la realidad observada porque las iguanas conforme crecen aumentan las diferentes partes de sus cuerpos. (Arcos *et al.*, 2002, 2005).

Hubo variables que muestran una correlación media como el peso con la longitud total ($r=0.36$, $P=0.03$), peso y longitud hocico-cloaca ($r=0.40$, $P=0.01$), el volumen con la longitud total ($r=0.43$, $P=0.005$). También se observaron variables que no se correlacionan como la longitud de la pelvis y la longitud total ($r=0.17$, $P=0.30$), longitud hocico-cloaca ($r=0.22$, $P=0.17$) con la longitud de la pelvis ($r=0.20$, $P=0.23$) (Cuadro 3).

Las variables que se seleccionaron fueron las que mejor se correlacionaron: volumen y peso, es por ello que se optó por establecer las siguientes ecuaciones de predicción con estas variables:

$$V = 0.08609 + 0.91586 P, (r^2 = 0.955, P < 0.0001)$$

$$V = -0.00649 + 0.88359 P + 0.00170 LT, (r^2 = 0.96, P = 0.007)$$

Donde:

V = Volumen en litros.

P = Peso en kg.

LT = Longitud total en cm.

La estimación del volumen en función del peso de las iguanas, es una buena estrategia debido a que facilita la obtención de la condición corporal y solo se requiere del peso del animal en campo, ya que algunos autores (Cloudsley-Thompson, 1982; Arcos *et al.*, 2002) mencionan que la mutilación principalmente de la cola en las iguanas afecta en la estimación de la longitud total y hocico-cloaca y muy probablemente errores en la clasificación de la condición corporal.

En el caso de la correlación peso-longitud de cabeza, podría ser la que mejor se ajustan para la determinación de la condición corporal, debido a que el peso funciona como una variable aleatoria y la longitud de cabeza como variable fija, debido a que es una variable que se mide con alto grado de precisión (Arcos *et al.*, 2005). Ésta ventaja refuerza la alta correlación de éstas dos variables para la buena determinación de la condición corporal. Sin embargo, la correlación entre estas variables es baja.

6.1.1 Categorías de condición corporal

De acuerdo al comportamiento en tamaño y peso de las iguanas, se proponen cuatro categorías de condición corporal en hembras de iguana negra: 1) extremadamente

delgadas, 2) delgadas, 3) excelente condición corporal y 4) excesivamente gordas (Cuadro 4).

La condición corporal 1, son iguanas extremadamente delgadas. Los huesos cervicales que se localizan desde la base de la cabeza hasta la punta de la cola (coccígeas) son claramente visibles, también se observan de manera clara los huesos de la cadera y las costillas. En las cuatro extremidades y el cuerpo en general se nota la piel suelta por la falta de tejido graso subcutáneo. Los anillos de espinas de la cola se muestran muy inclinadas en forma de V, y las vértebras cervicales se observa de forma cóncavo, no se observa músculo en los brazos, piernas ni en la cola, en ésta última se nota que tiene depresiones por falta de músculo (Figura 3).

La condición corporal 2, corresponde a iguanas delgadas. Las vértebras cervicales, torácicas, lumbares y coccígeas, así como las costillas y la cadera son notorias. En las cuatro extremidades y cuerpo en general se nota la piel suelta por la falta de tejido graso subcutáneo. Los anillos de espinas de la cola se muestran menos cóncavas que en la clasificación anterior, se nota en las vértebras coccígeas la acumulación de músculo y ya no se observan las depresiones entre los anillos de escamas de la cola (Figura 4).

En la condición corporal 3, se tiene a iguanas en excelente condición corporal. Los huesos vertebrales, costillas y cadera no se observan a simple vista, para saber que existen hay que realizar la palpación directa en el ejemplar. En las cuatro extremidades y cuerpo en general se puede ver la acumulación de tejido graso subcutáneo, la piel suelta

es menos visible. Los anillos de espinas de la cola se muestran con carne y no se observan la disposición cóncava (Figura 5).

En la condición corporal 4, se observa a las iguanas excesivamente gordas, en todo el aspecto general, se hace evidente la excesiva acumulación de tejido graso subcutáneo, por lo que el animal se muestra gordo y aun haciendo contacto físico con este, ninguna parte de los huesos se hacen perceptibles; el animal es obeso, entre las vértebras coccígeas y las lumbares se nota la acumulación de grasa y músculo por el abultamiento del área (Figura 6).

Las condiciones corporales anteriores realizadas para *C. pectinata*, son muy similares con la determinación en otras especies (Edmonson *et al.*, 1989; Faceda, 2005). Franco y Rodríguez (2017) mencionan que para el caso de aves y reptiles no existen escalas determinadas de condición corporal, en ellos, es estimada evaluando la parte del cuerpo en la que almacenan energía; en aves, se determina al palpar la pechuga, al hacerlo deben sentirse los muslos o en su defecto, el hueso; si el primero se siente mucho, está gorda; si esto pasa con el hueso, está delgada. Para tortugas, se calcula el índice de condición corporal por medio de la longitud recta de caparazón, largo curvo del caparazón, masa muscular y peso corporal (Mader, 1996; Sampson *et al.*, 2014).

6.1.2 Propuesta de condición corporal

Propuesta I. Uso de las variables que mejor se correlacionan.

En el Cuadro 4 se observa la propuesta de condición corporal con base a las variables peso y volumen, donde se muestra una relación inversa entre la condición

corporal de la hembra y la categoría de condición corporal. La ventaja de ésta propuesta se basa en que solo se requiere del peso de las iguanas y por medio del uso de la fórmula ($V = 0.08609 + 0.91586 P$, ($r^2 = 0.955$, $P < 0.0001$)) se puede obtener tanto el volumen como la condición corporal. Por ello es relativamente fácil en su uso. Los valores de condición corporal fuera de los rangos inferior o superior se le proporcionan a la categoría inmediato, por ejemplo. Valor de condición corporal de 1.23, se le asigna la categoría 1, que corresponde a extremadamente delgada.

El diámetro en la base de la cola puede ser una buena variable para estimar la condición corporal, sin embargo se prefirió usar el volumen, ya que en la toma y procesamiento de los datos, mostro una correlación directamente proporcional con el peso, siendo las variables mayormente involucradas para la determinación de la condición corporal, según la formula obtenida. En caimanes y lagartos almacenan la grasa en la base de la cola como reservorio de energía (Cedeño, *et al.*, 2011), una cola muy gruesa representa exceso de grasa acumulada teniendo de esta manera el animal una condición obesa (Franco y Rodríguez, 2017).

Propuesta II. Uso de las variables biológicas: peso y longitud de cabeza

Por razones práctica de manejo, las variables biológicas que se pueden utilizar para la determinación de la condición corporal son el peso y la longitud de cabeza de las iguanas, debido a que el peso es la variable aleatoria de interés y la segunda variable es fija, debido a que es una variable que se mide con alto grado de precisión (Arcos *et al.*, 2005), como puede observarse en el cuadro 1. En este caso los valores de condición corporal se ajustan a las categorías, de tal manera que una condición baja presenta categoría baja. Los valores extremos de condición corporal que se salen de los rangos

10.52 y 26.88 se asignarán en las categorías inmediatas 1 y 4 respectivamente (Cuadro 5).

En las tortugas, si el animal no logra entrar por completo en su caparazón, su condición es obeso; si sus extremidades son muy delgadas, puede estar muy flaco (Franco y Rodríguez, 2017).

El monitoreo de la condición corporal en hembras, permite realizar ajustes en la cantidad y calidad de la dieta mediante el suministro de suplementos, que permitan complementar las variaciones en la producción en las diferentes épocas del año. En animales con buen estado corporal movilizan sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo.

La evaluación de la condición corporal en los animales silvestres es un buen indicador de la tasa de consumo previo de alimentos y por lo tanto, de la cantidad de reservas energéticas (Mader, 1996; Green, 2001); en el caso de los mamíferos, para dicha evaluación, se considera el peso, clasificando la condición corporal en: obeso, normal, moderado y caquéctico (Acevedo *et al.*, 2014); en aves, se toma en cuenta el peso y masa corporal, la medición de niveles de grasa, la observación de piel, plumaje y medidas del tamaño del tarso (Altman, 1997); para el caso específico de los reptiles y por ser el grupo de interés y al cual pertenecen las iguanas, varía según el grupo taxonómico, pero en general, se considera el peso corporal, longitud total, longitud hocico-cloaca, longitud del cráneo, perímetro de la base de la cola, principalmente, para lagartos y cocodrilos (Mader, 1996; Rueda *et al.* 2007; Sampson *et al.* 2014).

6.2. Segundo experimento: alimentación relacionada con la condición corporal

En el cuadro 6, se muestran los resultados de las variables de producción de huevos y de crías, se puede observar que no hubo efecto ($P > 0.5$) por tratamientos, tampoco se observan diferencias ($P > 0.05$) como respuesta a la condición corporal.

Al considerar dos aspectos de la alimentación se pueden entender los resultados: 1) el metabolismo de las iguanas es lento (Zubieta, 1997; Arcos *et al.*, 2002), por lo que las diferentes dietas con 17.5 y 19 % de PC posiblemente no fue suficiente el tiempo de alimentación para lograr que la condición corporal de las iguanas fuera buena y 2) el tiempo que tardan las iguanas desde que ponen sus huevos y hasta que entran en celo es de ocho meses (mayo a enero (Arcos y López, 2009), lo que proporciona tiempo suficiente para que la dieta que ingieran los reptiles, pueda proporcionar nutrientes para guardar reservas corporales.

La evaluación del estado nutricional de un individuo permite conocer el grado en que la alimentación cubre sus necesidades o, lo que es lo mismo, detectar situaciones de deficiencia o de exceso (Farré, 2005). Cada individuo experimenta una dinámica de depósito y movilización de grasa durante su ciclo productivo, si sus requerimientos son mayores a su capacidad de consumo movilizará tanto su grasa interna como externa, va a perder peso y por lo tanto su condición corporal tiende a disminuir; por el contrario, si el individuo consume más alimento de lo requerido, empezará a depositar grasa, con la consecuente mejora de su condición corporal (Meléndez, 1994). El estado nutricional refleja si la ingestión, la absorción y la utilización de los nutrientes son óptimos para satisfacer las necesidades del organismo, de ser así, el manejo nutricional será el eficiente (Farré, 2005).

Cambios en el peso y diámetros, p ej. de cintura, cadera, pierna, entre otros, son indicadores de variaciones en el estado nutricional, éstos pueden valorarse comparando los valores previos o con los intervalos de normalidad obtenidos en estudios anteriores; si la deficiencia prolongada de un nutriente reduce su contenido en los tejidos y órganos, entonces, se afectan a las funciones bioquímicas en las que participa, pudiendo modificar la escala de condición corporal del individuo (Farré, 2005).

En el caso particular de los reptiles, la condición corporal siempre se verá afectada por la cantidad disponible de recursos en su entorno, Illanes (2010), menciona que los individuos locales de algún sitio en particular tienen una mejor condición corporal que los individuos rescatados y capturados, debiéndose probablemente a que los individuos rescatados provienen de hábitats marginales con menor disponibilidad de recursos.

La producción de huevos, sus características y las crías, no tuvieron efecto de tratamiento de acuerdo a su condición corporal, no muestran diferencias ($P > 0.05$); lo que puede deberse a que las iguanas de diferente condición corporal con categoría de 1 hasta 4, no exista una variación alta entre los datos evaluados. Se seleccionaron condiciones corporales distintas, porque se creía que con las dietas diferentes y el tiempo del experimento las hembras tenderían a uniformizar entre ellas la condición corporal, lo que efectivamente sucedió, y se obtuvieron hembras con condición corporal 3 y 4. Ambas propuestas de condición corporal estadísticamente coinciden con las condiciones corporales subjetivas (Figuras 3 a 6), quienes pueden dar estimaciones como en las especies domésticas (Edmonson *et al.*, 1989, Hochachka y Smith, 1991; Álvarez, 1999; Faceda, 2005; Franco, 2014) que se han utilizado por mucho tiempo. Con la información generada en otros trabajos Pinacho *et al.*, (2010), Ruvalcaba *et al.*, (2012) y Arcos-García

et al., (2010), pudiera generarse una estimación más acertada del uso de la condición corporal.

En el cuadro 7 se observan las características de la productividad de las hembras de iguana negra considerando el efecto de la condición corporal y de los tratamientos a los que estuvieron sometidas.

Las iguanas con categoría de condición corporal de 1 no produjeron huevos y por consecuencia tampoco crías, lo que puede indicar que en esas condiciones no han llegado a la etapa reproductiva (son inmaduras sexualmente) o que son animales muy flacos.

En el caso de hembras con categoría de condición corporal 1 y 4 tampoco presentaron ovoposición (extremadamente delgada y excesivamente gorda respectivamente), las hembras con categoría 1, por la deficiencia de grasa (que produce energía), y en esa condición corporal los huevos no son dotados de nutrientes necesarios para su formación (proteínas y carbohidratos de cadena) (Cavallini, 1996; Bonnet *et al.*, 1998; Rosenheim *et al.*, 2000; Casselman y Schulte-Hostedde, 2004; Santos y Llorente, 2004, Min *et al.*, 2006). En las hembras con categoría 4, el exceso de grasa corporal, bloquea las transferencias de calcio para la formación y desarrollo en el proceso de formación de los huevos (Harrison y Harrison, 1974).

La variable biométrica de las hembras que mostró diferencias ($P < 0.05$) por efecto de los tratamientos, únicamente fue la longitud total; las demás variables no mostraron diferencias ($P > 0.05$), como puede observarse en el Cuadro 7.

Con respecto al número de huevos fértiles y el largo promedio de cada huevo ($P < 0.05$). En las variables biométricas: peso, volumen, longitud de pelvis, diámetro base de cola, diámetro de pierna y diámetro de cadera, si hubo diferencias ($P \leq 0.05$) por efecto

de la condición corporal, ya que son variables que reflejan directamente la situación fenotípica de los animales; la longitud total, longitud hocico – cloaca, longitud de cabeza, no mostraron diferencias ($P > 0.05$).

Las variables biométricas por efecto de los tratamientos tampoco mostraron diferencias ($P > 0.05$), a excepción de la longitud total ($P < 0.05$). En el caso de los huevos y sus parámetros, no hubo diferencias ($P > 0.05$) por efecto de la condición corporal en sus dos propuestas (I y II), en el caso del número de huevos fértiles, largo promedio de cada huevo existieron diferencias ($P < 0.05$) por efecto de los tratamientos.

El número de crías nacidas mostró diferencias por efecto de tratamientos ($P < 0.05$), y no por efecto de las propuestas de condición corporal ($P > 0.05$). La variable peso, longitud total y longitud hocico cloaca en crías nacidas, mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos, caso contrario ocurrió sobre el efecto de las propuestas de condición corporal ($P > 0.05$), en donde no se mostraron diferencias.

La variable longitud de cabeza de las crías tampoco mostró diferencias ($P > 0.05$) en ninguno de los casos estudiados (tratamientos y condición corporal)

La masa relativa de nidada, no mostro diferencias ni por efecto de las propuestas de condición corporal, ni por efecto de los tratamientos ($P > 0.05$).

De los animales seleccionados y utilizados que mostraron resultados comparativos hasta el final del experimento, se puede observar el comportamiento productivo de huevos y tamaños de la crías al nacimiento (Cuadro 8), en donde el número de huevos es menor el de la dieta I que los de la dieta II, sin embargo el tamaño (peso, longitud y ancho) son mayores en los tratamientos con la dieta II. En el caso de las crías es menor el número de las hembras que se alimentaron con la dieta I pero las características de peso, longitud y tamaño de cabeza son de mayor tamaño. Solo pueden verse las

tendencias de los datos de las medias y las medianas.

VII. CONCLUSIONES

1. Se propone una clasificación de la condición corporal en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) porque es útil en la determinación de la productividad reproductiva de las hembras.
2. Se obtuvieron dos propuestas de clasificación corporal en *C. pectinata* mantenidas en condiciones de cautiverio de acuerdo a la relación peso / volumen y peso/ longitud de cabeza; ambas con cuatro categorías: 1. Extremadamente delgadas, 2. Delgadas, 3. Excelentes, 4. Excesivamente gordas.
3. Las iguanas con condición corporal de categoría 1 y 4, son hembras improproductivas.
4. La alimentación con diferente contenido de proteína en iguanas, después de la etapa de postura, no es impedimento para que las hembras lleguen con buena condición corporal o con exceso de gordura. Sin embargo un manejo inadecuado puede provocar que las hembras no consuman alimento y obtener un peso corporal bajo.
5. La alimentación de las iguanas con dietas de 17.5 a 19% de proteína cruda provocan el mismo efecto sobre la ganancia de peso de las hembras reproductivas.

APÉNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios y desviaciones de variables utilizadas en la obtención de la condición corporal en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) (n = 40).

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Peso (g)	695.7	197.4	408.0	1199.0
Volumen (ml)	723.3	185.0	440.0	1180.0
Longitud total (cm)	67.7	10.6	40.3	82.5
Longitud hocico cloaca (cm)	27.2	1.4	24.0	29.5
Longitud de cabeza (cm)	6.1	0.4	5.3	7.0
Longitud de pelvis (cm)	3.2	0.4	2.6	4.2
Diámetro base de cola (cm)	11.0	1.2	8.9	14.1
Diámetro de pierna (cm)	9.0	1.2	6.0	11.4
Diámetro de cadera (cm)	14.9	1.4	12.2	18.7

Cuadro 2. Análisis de normalidad Shapiro-Wilk de las variables evaluadas para obtener la condición corporal en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) (n = 40).

Variable	Shapiro-Wilk	Probabilidad
Peso (g)	0.948	0.06
Volumen (ml)	0.952	0.09
Longitud total (cm)	0.945	0.05
Longitud hocico cloaca (cm)	0.94	0.34
Longitud de cabeza (cm)	0.974	0.48
Longitud de pelvis (cm)	0.955	0.11
Diámetro base de cola (cm)	0.971	0.39
Diámetro de pierna (cm)	0.985	0.88
Diámetro de cadera (cm)	0.973	0.44

Cuadro 3. Análisis de correlación entre las variables utilizadas para obtener la condición corporal en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). (n = 40).

Variable	Volumen (ml)	Longitud (cm)				Diámetro (cm)		
		Total	Hocico Cloaca	de Cabeza	de Pelvis	Base de Cola	de Pierna	de Cadera
Peso	0.977 <.0001	0.355 0.025	0.399 0.011	0.621 <.0001	0.898 <.0001	0.950 <.0001	0.803 <.0001	0.904 <.0001
Volumen	-----	0.431 0.005	0.435 0.005	0.602 <.0001	0.844 <.0001	0.933 <.0001	0.806 <.0001	0.905 <.0001
Longitud total	-----	-----	0.694 <.0001	0.404 0.009	0.168 0.301	0.269 0.093	0.219 0.174	0.308 0.053
Longitud hocico cloaca	-----	-----	-----	0.629 <.0001	0.196 0.225	0.280 0.080	0.163 0.314	0.362 0.022
Longitud de cabeza	-----	-----	-----	-----	0.580 <.0001	0.564 0.0001	0.346 0.029	0.590 <.0001
Longitud de pelvis	-----	-----	-----	-----	-----	0.875 <.0001	0.768 <.0001	0.845 <.0001
Diámetro base de cola	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.868 <.0001	0.897 <.0001
Diámetro de pierna	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.817 <.0001
Diámetro de cadera	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Cuadro 4. Propuesta I, categorías de condición corporal en iguanas hembras en condiciones de cautiverio en relación al Peso y el volumen

Categorías	Característica principal	Valores de condición corporal
1	Extremadamente delgadas	1.13 - 1.21
2	Delgadas	1.05 - 1.12
3	Excelente	0.97 - 1.04
4	Excesivamente gordas	0.89 - 0.96

Cuadro 5. Propuesta II categorías de condición corporal en iguanas hembras en condiciones de cautiverio, propuesta con base a peso y longitud de cabeza²

Categorías	Característica principal	Valores de condición corporal
1	Extremadamente delgadas	10.52 – 14.61
2	Delgadas	14.62 – 18.70
3	Excelente	18.71 - 22.79
4	Excesivamente gordas	22.80 - 26.88

Cuadro 6. Comparación de la respuesta al tratamiento alimenticio y clasificadas de acuerdo a las propuestas de condición corporal sobre las variables reproductivas en iguanas (*Ctenosaura pectinata*) mantenidas en cautiverio.

Variables	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Tratamiento		Propuesta I		Propuesta II	
					R ²	Prob.	R ²	Prob.	R ²	Prob.
Huevos totales	32.9	9.85	14.0	47.0	0.032	0.46	0.25	0.10	0.05	0.68
Huevos buenos	26.4	13.87	0.0	47.0	0.016	0.61	0.07	0.56	0.22	0.14
Huevos malos	6.5	10.70	0.0	40.0	0.109	0.17	0.07	0.57	0.19	0.18
Peso promedio de cada huevo	7.2	0.81	5.2	8.6	0.013	0.64	0.17	0.22	0.01	0.95
Largo promedio de cada huevo	3.1	0.20	2.7	3.6	0.010	0.68	0.16	0.25	0.11	0.38
Ancho promedio de cada huevo	1.9	0.09	1.7	2.0	0.007	0.74	0.10	0.43	0.10	0.45
Número de crías nacidas	9.7	6.33	0.0	22.0	0.133	0.12	0.15	0.28	0.09	0.46
Peso promedio de crías	5.2	2.34	0.0	6.9	0.147	0.10	0.10	0.43	0.27	0.08
Longitud total promedio de crías	17.0	7.58	0.0	21.4	0.138	0.12	0.06	0.60	0.22	0.14
Longitud hocico cloaca promedio de crías	4.7	2.10	0.0	5.8	0.146	0.11	0.07	0.54	0.23	0.13
Longitud de la cabeza promedio en crías	1.2	0.55	0.0	1.6	0.134	0.12	0.06	0.61	0.20	0.17
Porcentaje de huevos malos	20.0	29.87	0.0	100.0	0.100	0.187	0.06	0.61	0.22	0.14
Porcentaje de avivamiento	38.9	27.27	0.0	90.9	0.102	0.184	0.15	0.28	0.01	0.95
Masa relativa de nidada	29.3	8.04	13.6	40.9	0.005	0.763	0.14	0.29	0.06	0.61

Propuesta I, Condición corporal relación peso/volumen².

Propuesta II, Condición corporal relación peso/longitud de la cabeza².

Tratamientos: T₁: testigo con 17.5 % de PC y T₂: alimentación con 19% de PC

Cuadro 7. Efecto de la condición corporal en la producción de huevo de hembras reproductivas de iguanas negra (*Ctenosaura pectinata*), y la influencia sobre las variables de las crías.

Variables	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Tratamiento		Propuesta I		Propuesta II	
					R ²	Prob.	R ²	Prob.	R ²	Prob.
Peso	810.6	157.81	632.0	1192.0	0.043	0.52	0.57	0.00	0.56	0.03
Volumen	824.2	155.36	640.0	1180.0	0.006	0.80	0.43	0.02	0.64	0.01
Longitud Total	70.5	8.06	52.4	79.6	0.426	0.02	0.04	0.53	0.27	0.25
Longitud Hocico – Cloaca	27.3	1.07	25.6	29.0	0.001	0.94	0.16	0.19	0.11	0.58
Longitud de la cabeza	6.2	0.38	5.3	6.6	0.188	0.16	0.18	0.17	0.17	0.43
Longitud de la Pelvis	3.5	0.30	2.9	4.2	0.119	0.27	0.38	0.03	0.34	0.15
Diámetro de la Base de la Cola	11.8	0.85	10.8	13.8	0.061	0.44	0.32	0.06	0.53	0.03
Diámetro de la Pierna	9.8	0.81	8.4	11.4	0.115	0.28	0.25	0.10	0.49	0.05
Diámetro de la Cadera	15.8	1.23	13.8	18.7	0.004	0.84	0.43	0.02	0.60	0.02
Huevos totales	27.7	14.14	0.0	42.0	0.221	0.12	0.26	0.09	0.07	0.71
Huevos fértiles	25.1	13.46	0.0	38.0	0.357	0.04	0.25	0.10	0.05	0.78
Huevos malos	2.6	3.65	0.0	12.0	0.146	0.22	0.02	0.64	0.15	0.48
Peso promedio de cada huevo	7.0	0.48	6.0	8.0	0.055	0.49	0.02	0.71	0.39	0.14
Largo promedio de cada huevo	3.0	0.16	2.9	3.3	0.488	0.02	0.03	0.60	0.07	0.74
Ancho promedio de cada huevo	1.9	0.06	1.7	1.9	0.000	0.97	0.07	0.44	0.15	0.53
Número de crías nacidas	12.1	10.18	0.0	27.0	0.398	0.04	0.02	0.71	0.24	0.33

Continuación del Cuadro 7

VARIABLES	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	R ²	Prob.	R ²	Prob.	R ²	Prob.
Peso promedio de crías	3.9	2.54	0.0	5.7	0.380	0.04	0.04	0.55	0.13	0.57
Longitud total promedio de crías	14.8	9.53	0.0	21.3	0.357	0.05	0.05	0.50	0.10	0.65
Longitud hocico cloaca promedio de crías	4.3	2.78	0.0	6.7	0.368	0.05	0.05	0.50	0.14	0.56
Longitud de la cabeza promedio en crías	1.1	0.69	0.0	1.6	0.324	0.07	0.07	0.42	0.09	0.68
Masa relativa de nidada	27.9	10.84	6.3	38.4	0.182	0.19	0.20	0.16	0.12	0.61

Propuesta I, Condición corporal relación peso/volumen².

Propuesta II, Condición corporal relación peso/longitud de la cabeza².

Tratamientos: T₁: testigo con 17.5 % de PC y T₂: alimentación con 19% de PC

Cuadro 8. Comparación de la biometría de los huevos y crías resultantes de la ovoposición de iguana negra que fueron sostenidas con diferente contenido de proteína en la alimentación.

Huevo	Total (No) %	Peso (g) %	Longitud (cm) %	Ancho (cm) %	Dieta	
Media	97.04	104.62	104.96	102.49	I / II	
Desv. Est.	15.36	5.31	5.76	5.72	I / II	
Mediana	98.61	104.75	104.35	100.53	I / II	
Crías	Total %	Peso (g) %	Longitud total (cm) %	Longitud hocico- cloaca (cm) %	Longitud de cabeza (cm) %	Dieta
Media	83.67	111.21	98.20	94.58	98.45	I / II
Desv. Est.	42.22	12.42	3.92	7.26		I / II
Mediana	81.25	107.11	98.33	93.45	96.96	I / II

Se consideraron los datos de las iguanas alimentadas con la dieta I como el 100% del crecimiento. El resultado es la comparación de los datos de la alimentación I con la alimentación II.

APÉNDICE DE FIGURAS

- Base de la cola
- Pelvis
- Extremidad posterior
- Cadera

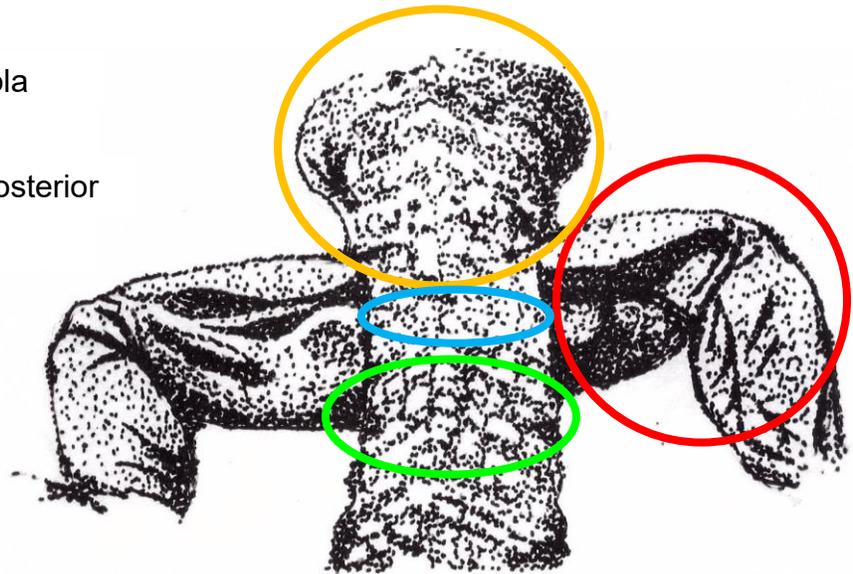


Figura 3. Condición corporal 1, hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) extremadamente delgadas

- Base de la cola
- Pelvis
- Extremidad posterior
- Cadera

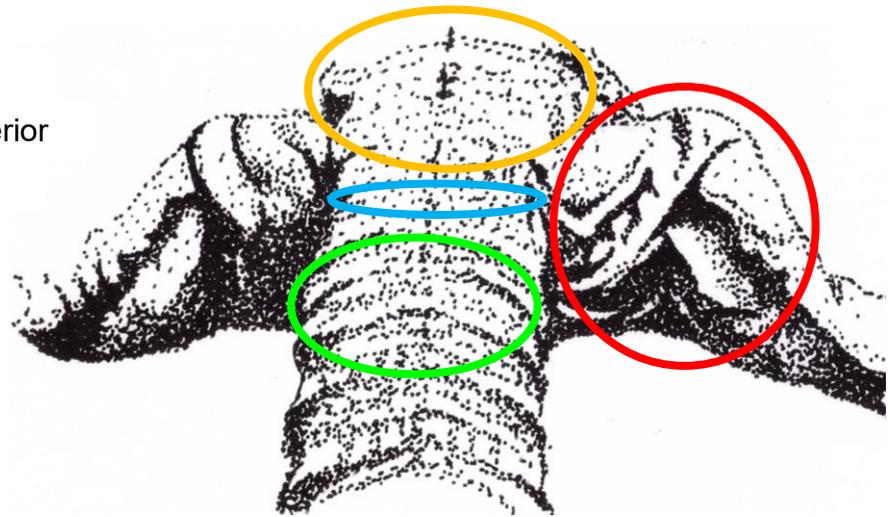


Figura 4. Condición corporal 2, hembras de *C. pectinata* en cautiverio delgadas

- Base de la cola
- Pelvis
- Extremidad posterior
- Cadera

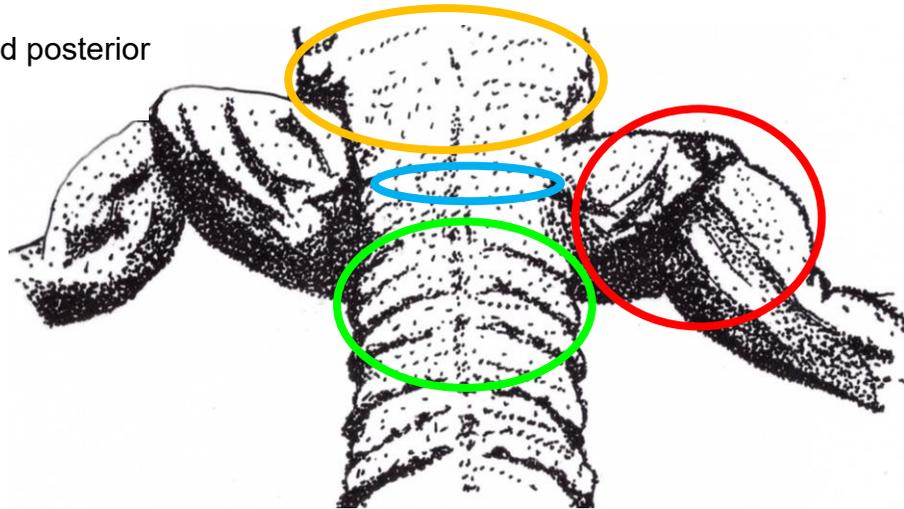


Figura 5. Condición corporal 3, *Ctenosaura pectinata* en excelente condición corporal, mantenidas en cautiverio.

- Base de la cola
- Pelvis
- Extremidad posterior
- Cadera

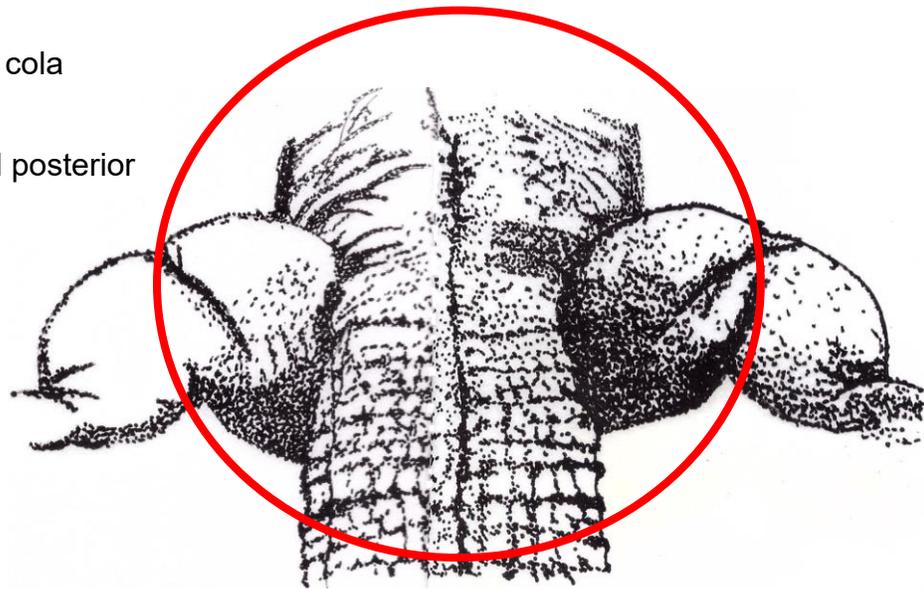


Figura 6. Condición corporal 4, iguana negra *C. pectinata* extremadamente gorda en manejo intensivo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, A.; Álvares-Vargas, V.; Hernández, C.; García, G.; Soto, I. 2014. Valoración clínica y parasitológica del tití gris (Primates: Cebidae: *Saguinus leucopus*) en dos poblaciones naturales presentes en San Carlos y San Rafael (Antioquia, Colombia). Rev. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 9(1):68-83.
- Alberts, A. 1993. Ultraviolet light and Lizards: More than meets the Eye. The Vivarium 5, 24- 25.
- Albert, A., Bayón, A., Talavera, J. y Fernández del Palacio, M.J. 2001. Manifestaciones clínicas secundarias a hipocalcemia e hiperfosfatemia severas en una iguana verde (*Iguana iguana*). Artículo original. Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Murcia. Campus Espinardo. 30100 Murcia. AVEPA. Vol. 21 n' 1. 50 – 56 p.
- Albon, S.D., Mitchell, B., Huby, B.J. y Brown, D. 1986. Fertility in female red deer (*Cervus elaphus*): the effects of body composition, age and reproductive status. J Zool Lond 209: 447-460.
- Altman, R. 1997. Avian medicine and surgery. Ed. W.B. Saunders Company (United States of American). 1070 p.
- Alvarado, D.J. y Suazo, O.I. 1996. Las iguanas de México. Historia natural y conservación. Laboratorio de Tortuga marina y Biología de la conservación. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán (México). 77 pp.
- Álvarez, N.P.J., 1999. La Evaluación de la Condición Corporal como Metodología Preferente para la Estimación de Estado de Engrasamiento en Vacas Lecheras. Depto. de Producción Animal I. Universidad de León. Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. Vol. 14 (1,2 y 3).
- Ankney, C.D. y Alisauskas, R.T. 1991. Nutrient-reserve dynamics and diet of breeding female gadwalls. Condor 93: 799-810.
- Ankney, C.D., Afton, A.D. y Alisauskas, R.T. 1991. The role of nutrient reserves in limiting waterfowl reproduction. Condor 93: 1029- 1031.
- Arcos, G.J.L., Cobos, P.M.A., Hernández, S.D., Reynoso, V.H., Mendoza, M.G.D. y Aguilar, V.B.C. 2007. Digestibilidad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) alimentadas con dietas a base de diferentes componentes de insectos y vegetales. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, N° 3, 255 – 261.
- Arcos, G.J.L.; Cobos, P.M.A.; Reynoso, V.H.; Mendoza, M.G.D.; Ortega, C.M. y Clemente, S. 2002. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. Revista Veterinaria México, 33 (4): 409 – 419.
- Arcos, G.J.L., López, P.R. 2009. La iguana negra. Fundamentos de reproducción,

- nutrición y manejo. Optime Impresos S. de RL. De CV. Tiraje 1000 ejemplares. ISBN: 978-607-95266-0-3. 164 p.
- Arcos, G.J.L.; Reynoso, V.H.; Mendoza, M.G.D.; Clemente, S.F.; Tarango, A.L. y Crosby, G.M. 2005. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias FCV–LUZ, Vol. XV (4): 338 – 344. ISSN 0798-2259.
- Ashton, K. G. 2004. Sensitivity of intraspecific latitudinal clines of body size for tetrapods to sampling, latitude and body size. *Integr. Comp. Biol.* 44:403–412.
- Atkinson, D., Ciotti, B.J. y Montagnes, D.J.S. 2003. Protists decrease in size linearly with temperature: ca. 2.5% 8C⁻¹. *Proc. Roy. Soc. London B* 270:2605–2611.
- Atkinson, S.N. y Ramsay, M.A. 1995. The effects of prolonging fasting of the body composition and reproductive success of female polar bears (*Ursus maritimus*). *Functional Ecology*, 9, 559–567.
- Barten, S. 1996. Lizards. In: Mader (ed). *Reptile medicine and surgery*. WB Saunders, Philadelphia. Pp. 47-61.
- Barton, B.A., Morgan, J.D., y Vijayan, M.M. 2002. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. In: Adams, S.M. (Ed.). *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*. Bethesda, MD: American Fisheries Society, pp. 111–148.
- Bavera, G.A. y Beguet, H.A. 2003. Termorregulación corporal y Ambientación. *Cursos Producción Bovina de Carne FAV UNRC*. 14 pp.
- Bavera, G.A. y Peñafort, C. 2005. Condición Corporal. *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*. 13 pp.
- Beaugrand, J.P. y Zayam, R.C. 1985. An experimental model of aggressive dominance in *Xiphophorus helleri* (Pisces, Poeciliidae). *Behav. Processes* 10: 1-52.
- Bennett, A.F. y Lenski, R.E. 1999. Experimental evolution and its role in evolutionary physiology. *Amer. Zool.* 39:346–362.
- Biver, E., Salliot, C., Combescure, C., Gossec, L., Hardouin, P., Legroux-Gerot, I. 2011. Influence of adipokines and ghrelin on bone mineral density and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab.*;96(9):2703-13.
- Blackburn, T.M., Gaston, K.J., y Loder, N. 1999. Geographic gradients in body size: A clarification of Bergmann's rule. *Div. Distrib.* 5:165–174.
- Blanckenhorn, W.U. y Hosken, D.J. 2003. Heritability of three condition surrogates in the yellow dung fly. *Behavioral Ecology*, 14, 612–618.
- Bonnet, X., Naulleau, G. y Mauget, R. 1992. Cycle sexuel de la femelle de *Vipera aspis* (Reptilia, Viperidae) importance des reserves et aspects metaboliques. *Bull Soc Zool Fr* 117: 279- 290.
- Bonnet, X., Naulleau, G., Mauget, R. 1994. The influence of body condition on 17-n

- estradiol levels in relation to vitellogenesis in female *Vipera aspis* (Reptilia, Viperidae). *Gen Comp Endocrinol* 93: 424-437.
- Bonnet, X., Shine, R., Naulleau, G. y Vacher-Vallas, M. 1998. Sexual dimorphism in snakes: different reproductive roles favour different body plans. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 265, 179–183.
- Botkin, D.B. 1990. *Discordant harmonies: A new ecology for the twenty-first century*. Oxford University Press, Nueva York. 394 – 396.
- Boyas, D.J.C., Cervantes, S.M.A., Javelly, G.J.M., Linares, A.M.M., Solares, A.F., Soto, E.R.M., Naufal, T.I. y Sandoval, C.L. 1993. Diagnostico forestal del Estado de Morelos. INIFAP-SARH. Zacatepec, Morelos (México). 245 p.
- Boyer, T. 1996. Hypovitaminosis A and hypervitaminosis A. In: Mader (ed). *Reptile medicine and surgery*. WB Saunders, Philadelphia. Pp. 382-384.
- Brawn, J.D., Robinson, S.K. y Thompson III, F.R. 2001. The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 251-276.
- Bronson, F.H. 1989. *Mammalian reproductive biology*. University of Chicago Press, Chicago. 328 p.
- Brown, M. E. 1996. Assessing body condition in birds. *Current Ornithology* 13: 67-135.
- Brown, W.S. 1991. Female reproductive ecology in a northern population of timber rattlesnake, *Crotalus horridus*. *Herpetologica* 47: 101-115.
- Buda, G., Trench, T. y Durand, L. 2014. El aprovechamiento de palma comedora en la selva Lacandona, Chiapas, México ¿conservación con desarrollo? *Estudios Sociales* 21:2001-223.
- Cao, J.J. 2011. Effects of obesity on bone metabolism. *J Orthop Surg Res.* 15; 6: 30. Texto libre en [http:// www.josr-online.com/content/6/1/30](http://www.josr-online.com/content/6/1/30)
- Capllonch, P.; Álvarez, M.E.; Blendinger, P.G. 2011. Sobre la migración de *Elaenia albiceps chilensis* (Aves: Tyrannidae) en Argentina. *Acta zoológica lilloana* 55 (2): 229–246.
- Casas, A. 1982. Anfibios y reptiles de la costa suroeste del estado de Jalisco con aspectos sobre su ecología y biogeografía. Tesis Doctoral. Facultad de ciencias, UNAM. México, D.F. 316 pp.
- Casselman, S.J. y Schulte-Hostedde, A.I. 2004. Reproductive roles predict sexual dimorphism in internal and external morphology of lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Ecology of Freshwater Fish*, 13, 217–222.
- Castro, G.M.I., Auriolos, G.D., Montaña, B.S., Pérez, G.F. y López, O.N. 2001. Lípidos totales, colesterol y triglicéridos en crías de lobo marino de California *Zalophus californianus* del golfo de California. *Ciencias Marinas*, 27:375-396.
- Cavallini, P. 1996. Comparison of body condition indices in the red fox (*Fissipedia, Canidae*). *Mammalia*, 60, 449–462.
- Cedeño, J., González, F. y Castro, J. 2011. Condición corporal del cocodrilo de

- pantano (*Crocodylus moreletii*) en el Rio Hondo, Quintana Roo, México. *Quehacer Científico en Chiapas*. 1(11) 19-26.
- Chastel, O., Weimerskirch, H. y Jouventin, P. 1993. High annual variability in reproductive success and survival of an antarctic sea-bird, the snow petrel *Pagodroma nivea*: a 27-year study. *Oecologia* 94: 278-285
- Chastel, O., Weimerskirch, H., Jouventin, P. 1995. The influence of body condition on reproductive decision and reproductive success in the blue petrel. *Auk*.
- Church, D.C. y Pond, W.G. 1987. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Ed. LIMUSA. México. 438 pp.
- Cloudsley-Thompson J.L. 1999. *The diversity of amphibians and reptiles*. Springer-Verlag. London. 254 pp.
- Collins, S., Kuhn, C.M., Petro, A.E., Swick, A.G., Chrnyk, B.A., Surwit, R.S. 1996. Role of leptin in fat regulation. *Nature*; 380(6576):677.
- Connell, J.H. 1979. Intermediate-disturbance hypothesis. *Science* 204: 1344-1345.
- Cooper, W.E.Jr. y Lemos-Espinal, J.A. 2001. Coordinated Ontogeny of Food Preference and Responses to Chemical Food Stimuli by a Lizard *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: Iguanidae). *Ethol*. 107: 639-653.
- Copeland, T. 2004. An evaluation of relative weight as an indicator of body composition and nutritional status in wildfish. PhD Dissertation, Blacksburg, Virginia. 214 p.
- Cotton, S., Small, J. y Pomiankowski, A. 2006. Sexual selection and condition dependent mate preferences. *Current Biology*, 16, R755–R765.
- Cresswell, W.J., Harris, S., Cheeseman, C.L. y Mallinson, P.J. 1992. To breed or not to breed: an analysis of the social and density dependent constraints on the fecundity of female badgers (*Meles meles*). *Philos Trans R Soc Lond* 338: 393-407.
- Dawson, T.J. y Hulbert, A.J. 1970. Standard metabolism, body temperature, and surface areas of Australian marsupials. *Am. J. Physiol.* 218: 1233-1238.
- Dayger, C.A., Cease, A.J., Lutterschmidt, D.I. 2013. Responses to capture stress and exogenous corticosterone vary with body condition in female red-sided garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Horm. Behav.* 64, 748–754. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yhbeh.2013.09.003>.
- Dayger, C.A., LeMaster, M.P. y Lutterschmidt, D.I. 2018. Physiological correlates of reproductive decisions: Relationships among body condition, reproductive status, and the hypothalamus-pituitary-adrenal axis in a reptile. *Hormones and Behavior* 100 (2018) 1–11
- De Leo, G., y Levin, S. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology* 1: 3.
- Diller, L.V. y Wallace, R.L. 1984. Reproductive biology of the northern Pacific rattlesnake (*Crotalus viridis oreganus*). *Herpetologica* 40: 182-193.
- DOF. 2007. Ley General de Vida Silvestre, Diario Oficial de la Federación, 01-02-

- 2007, México.
- DOF. 2019. "Norma Oficial Mexicana Protección Ambiental-Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo", NOM-059-SEMARNAT-2010 (septiembre, 6, 2010).
- Duellman, W.E. y Trueb, L. 1986. Biology of amphibians. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Dunham, A.E. 1994. Reproductive ecology. Introduction. 3- 5. *In*: Vitt, L.J. y Pianka, E.C. (eds.). *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives*. Princeton Univ. Press. Princeton.
- Dunlap, K.D., y Mathies, T. 1993. Effects of nymphal ticks and their interaction with malaria on the physiology of male fence lizards. *Copeia*:1045-1048.
- Ebbinge, B.S. y Spaans, B. 1995. The importance of body reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding in dark-bellied brent geese *Branta b. bernicla* in the high Arctic. *J Avian Biol* 26: 105-113.
- Eckert, R.; Randall, D. y Augustine, G. 1988. Fisiología Animal. Mecanismos y adaptaciones. Interamericana McGraw-Hill. 683 p.
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 72: 68-78.
- Enevoldsen, C. y Kristensen, T. 1997. Estimation of body weight from body size measurements and body condition scores in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1988–1995.
- Faceda, M. 2005. Condición corporal de la cerda. 15/06/17. http://www.3tres3.com/sala_parto/ficha.php?id=1048
- Farré, R.R. 2005. Evaluación del estado nutricional (dieta, composición corporal, bioquímica y clínica). Manual práctico de nutrición y salud. Conceptos generales. 109 – 117 p.
- Félix, O.M.R. 2016. Estructura genética y endogamia poblacional de iguana negra *Ctenosaura pectinata* (reptilia: Squamata: iguanidae) en cautiverio. Maestría en Ciencias Genómicas. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido 17 de Junio 2016. 125 p.
- Flores-Villela O. 1993. Herpetofauna mexicana. Carnegie Museum of Natural History, Special Publication. 17: 1-73.
- Foster, D.R. 2000. Conservation lessons and challenges from ecological history. *Forest History Today* Fall, 2-11.
- Franco, G.M. y Rodríguez, W.G. 2017. ¿Los animales del Zoo están flacos? Fundación Botánica y Zoológica de Barranquilla. Blog del Zoológico de Barranquilla. <http://zoobaq.org/zooblog/?p=386>. 29 / 01 / 2018.
- Franco, J. 2014. Criterios técnicos para la mantención y manejo de fauna silvestre en cautiverio. SAG. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 100 pp.
- Frisch, R.E. y McArthur, J. 1974. Menstrual cycles: fatness as a determinant of

- minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 215: 949-951.
- Frisch, R.E. 1978. Menarche and fatness: reexamination of the critical body composition hypothesis. *Science* 200: 1509-1513.
- Frisch, R.E. 1984. Body fat, puberty and fertility. *Biol Rev* 59: 161-188.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México (DF). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gibbons, D.W. 1989. Seasonal reproductive success of the moorhen *Gallinula chloropus*: the importance of male weight. *Ibis* 131: 57-68.
- Gómez, H.D.A. y González, M.J.F. 2014. Condición corporal de machos de *Oophaga pumilio* (Anura: Dendrobatidae) en relación con elementos del hábitat en la Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Rev. Biodivers. Neotrop.* Enero-Junio; 4 (1): 16-20.
- González, M.G. 2002. Desarrollo de métodos no letales de sexado en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) para la obtención de proporciones sexuales al nacimiento. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 65 pp.
- González, R.A. 1999. Manejo de iguana negra en cautiverio: procedencia de los ejemplares, alojamientos y conducta. 2º Taller Nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio. Colima, Colima.
- Green, A.J. 2001. Mass / Length residual: measures of body condition or generators of spurious result? *Ecological Society of America. Ecology*, Vol. 82(5), 2001, pp. 1473–1483
- Green, I.A., y Russel, A.J.F. 1984. Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. *Anim. Prod.* 38:23–32.
- Gregory, N.G., Robins, J.K., Thomas, D.G. y Purchas R.W. 1998. Relationship between body condition score and body composition in dairy cows. *N. Z. J. Agric. Res.* 41:527–532.
- Gunderson, L.H. y Holling, C.S. 2002. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems.* Island Press, Washington, D.C.
- Gvozdik, L. 2000. Seasonal activity, sex ratio, and abundance in a population of *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758 from the Czech Republic. *Herpetozoa* 13: 165–169.
- Harrison, H.E. y Harrison H.C. 1974. Calcium. En: Smyth DH (ed). *Biomembranes* (vol 48). *Intestinal Absorption.* Plenum Press. London: 793-846.
- Hayes, J.P. y Shonkwiler, J.S. 2001. Morphometrics indicators of body condition: worthwhile or wishful thinking?, in: J.R. Speakman (Ed.), *Body composition analysis of animals: a hand book of non destructive methods* (pp. 8-38). Cambridge University Press. U.K.
- Hemmingsen, A.M. 1960. Energy metabolism as related to body size and respiratory

- surfaces and its evolution. Rep. Steno Mem. Hosp. Nord. Insulinlab. 9: 1-110.
- Hochachka, W. y Smith, J.N.M. 1991. Determinants and consequences of nestling in song sparrows. *Journal of Animal Ecology*. 60: 1009-1028.
- Hulbert, A.J. On the evolution of energy metabolism in mammals. In: *Comparative Physiology of Primitive Mammals*, edited by K. Schmidt-Nielsen. Cambridge: Cambridge Univ. Press. In press.
- Hume, I. 2005. Concepts of digestive efficiency. In: Starck, M. y T. Wang (Ed). *Physiological and ecological adaptations to feeding in vertebrates*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, pp. 43–58.
- Illanes, J. 2010. Proyecto “Lixiviación de sulfuros – sulfomix, SCMEA. Informe del 4° monitoreo rescate de fauna vertebrada terrestre sector Mina. Consultores Asociados, S.A. 24 p.
- Jones, R.E., Petrell, R.J. y Pauly, D. 1999. Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacult. Eng.*, 20: 261–276.
- Kabaleski, C.D. 2013. Condición corporal en ganado de carne. Sitio argentino de Producción Animal. Grupo de ganadería INTA. Proyecto Humedal Norte de Corrientes. Pp 1-5.
- Kaplan, R.H. 1987. Developmental plasticity and maternal effects on reproductive characteristics in the frog *Bombina orientalis*. *Oecologia* 71: 273-279.
- Labrada, M.V. 2011. Evaluación del estado de salud de la tortuga verde del pacifico oriental (*Chelonys mydas*), que habita en la costa de Baja California Sur, a través de biomarcadores fisiológicos. Tesis doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Norte, S.C., Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Orientación Biología Marina). Programa de estudios de posgrado, La Paz, Baja California Sur. 269 pp.
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 2008.
- Levin, S.A. y Paine, R.T. 1974. Disturbance, patch formation, and community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 71: 2744-2747.
- López, F.J. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Journal Dairy Science*. Facultad de ciencias agropecuarias. Vol 4. No 1. 77 – 86 pp.
- López, R.O.A., Arcos, G.J.L., Germán, M.G.D., López, G.S.J., Vélez, H.E. 2012. Parámetros reproductivos de las hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en condiciones intensivas. Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica*, vol. XXII, núm. 1, pp. 65-71.
- Lowman, B.G., Scott, N., y Somerville, S. 1973. Condition scoring of cattle. *Bull. East of Scotland College of Agriculture* No. 6.
- Machorro, S.S., Herrera, M.M., Arcos, G.J.L., Lopez, P.R., Mendoza, M.G.D. y Leyte, M.G.E. 2009. Aplicación de la regresión polinomial en el modelado de crecimiento hocico-cloaca en relación con el peso en iguana negra *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: Squamata: Iguanidae). *Ciencia y Mar* 2009,

- XIII (37): 21-28 p.
- Mader, R.D. 1996. Reptile Medicine and Surgery, W.B. Saunders Company U.S.A. Pp 47-59, 212-213
- Mader, R.D. 1997. Avian medicine and surgery. Ed. W.B. Saunders Company (United States of American). 1070 p.
- Maderey, L.E. 1982. Geografía de la atmósfera. UNAM. México. 85 p.
- Madsen, T. y Shine, R. 2002. Short and chubby or long and slim? Food intake, growth and body condition in free-ranging pythons. *Austral Ecology* (2002) 27, 672–680.
- Martín, J. y López, P. 1999. Nuptial coloration and mate guarding affect escape decisions of male lizards, *Psammmodromus algirus*. *Ethology*, 105: 439-447.
- Martínez, S.M., Arcos, G.J.L., Vélez, H.L., Mendoza, M.G.D. y López. P.R. 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* vol. 19 número 55 Enero - Abril 2015 pp 43 – 52.
- Martínez, F.E., Bustos, Z.G. y Castro, F.R. 1996. Huevos de *Ctenosaura pectinata* incubados en el laboratorio infectados por hongos. IV Reunión Nacional de Herpetología, Cuernavaca, Morelos. Univ. Autón. Edo. Morelos.
- Maynard, L.A., Losli, J.K., Hintz, H.F. y Warner, R.G. 1992. Nutrición animal. Cuarta edición en español. Editorial McGraw-Hill. Traducción Ortega S.A. México. 640 pp.
- Mayntz, D., Raubenheimer, R., Salomon, M., Toft, S. y Simpson, S.J. 2005. Nutrient-specific foraging in invertebrate predators. *Science*, 307, 111–113.
- Meathrel, C.E., Bradley, J.S., Wooler, R.D. y Skira, I.J. 1993. The effect of parental condition on egg-size and reproductive success in short-tailed shearwaters *Puffinus tenuirostris*. *Oecologia* 93: 162-164.
- Medina, M.W., Aguirre, H.V., Álvarez, Á.F., González, M.G., y Reynoso, V.H. 2004. Tabla de vida en una población de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en Nizanda Zapote, Oaxaca y sus implicaciones en la conservación de iguanas. *Memorias VII Reunión Nacional Sobre Iguanas*. Puerto Escondido, Oax. Pp. 116-121.
- Meffe, G.K. 1999. Conservation medicine. *Conservation Biology*, 13:953-954.
- Meléndez, P. 1994. La Condición Corporal: Una herramienta práctica para evaluar la nutrición energética del ganado lechero. Universidad de Pennsylvania, publicado en el *Journal of Dairy Science*. 1 – 5 p.
- Mendoza, Q.F., Reynoso, R.V., Ramírez, H.A. 2003. Distribución de las iguanas *Ctenosaura* del Istmo de Tehuantepec y Depresión Central de Chiapas, México. *Memorias VI Taller Nacional sobre Iguanas*. Boca del Rio, Veracruz (México). pp 61-64.
- Merilä, J. y Svensson, E. 1997. Are fat reserves in migratory birds affected by condition in early life? *Journal of Avian Biology*, 28, 279–286.

- Min, K., Hogan, M.F., Tatar, M. y O'Brien, D.M. 2006. Resource allocation to reproduction and soma in *Drosophila*: isotope analysis of carbon from dietary sugar. *Journal of Insect Physiology*, **52**, 763–770.
- Moller, A.P. y Saino, N. 1994. Parasites, immunology of hosts, and host sexual selection. *Journal of Parasitology*, **80**, 850–858.
- Morales y Reynoso, 2012. Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Iguanas de México. Primer encuentro latinoamericano y IV Reunión Nacional Sobre iguanas. 15-17 de noviembre. Huatulco. Pag 1-7.
- Moya, L.J. 2002. Senescence and food limitation in slowly ageing spider. *Functional Ecology*, **16**, 734–741.
- Moya, L.J, Macias, O.R, Blanckenhorn, W.U. y Fernandez, M.C. 2008. Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology*, **77**, 1099–1108.
- Munson, L. y Karesh, W.B. 2002. Disease Monitoring for the Conservation of Terrestrial Animals, in: A.A. Aguirre, R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C. House & M.C. Pearl (Eds.), *Conservation medicine, ecological health in practice* (pp. 95-103). Oxford University Press. New York.
- Naulleau, G. y Bonnet, X. 1995. Reproductive ecology, fat reserves and foraging mode of two contrasted snakes species: *Vipera aspis* (terrestrial, viviparous) and *Elaphe longissima* (semi-ar- boreal, oviparous). *Amph-Rept* **16**: 37-46.
- Navas, C.A., James, R.S., Wakeling, J.M., Kemp, K.M., y Johnston, I.A. 1999. An integrative study of the temperature dependence of whole animal and muscle performance during jumping and swimming in the frog *Rana temporaria*. *Journal of Comparative Physiology*. **169**: 588-596.
- Olsson, M. 1994. Why are sand lizard males (*Lacerta agilis*) not equally green? *Behav Ecol Sociobiol* **35**: 169–173.
- Parker, G.A. 1978. Evolution of competitive mate searching. *Annual Review of Entomology*, **23**, 173–196.
- Partridge, L. y Coyne, J.A. 1997. Bergmann's rule in ectotherms: Is it adaptive? *Evolution* **51**:632–635.
- Partridge, L. y French, V. 1996. Thermal evolution of ectotherm body size: Why get big in the cold? In I. A. Johnston and A. F. Bennett (eds.), *Animals and temperature: Phenotypic and evolutionary adaptation*, pp. 265–292. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pasachnik, S.A., Montgomery, C.E., Martínez, A., Belal, N., Clayson, S. y Faulkner, S. 2012. Body size, demography, and body condition in *Ctenosaura bakeri*. *Herpetological Conservation and Biology* **7**:391–398.
- Pickett, S.T.A., y White, P.S. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando.
- Pinacho, S.B.; Arcos, G.J.L.; López, P.R.; Mendoza, M.G.D.; Plata, P.F.X. 2010.

- Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio en Oaxaca, México. *Rev. Cientif. FCV-LUZ*: XX (5): 467-472.
- Plummer, M.V. 1983. Annual variation in stored lipids and reproduction in green snakes (*Opheodrys aestivus*). *Copeia* 1983: 741-745.
- Pough, F. H. 1973. Lizard energetics and diet. *Ecology*. 54:837-844.
- Preziosi, R.F., Fairbairn, D.J., Roff, D.A. y Brennan, J.M. 1996. Body size and fecundity in the waterstrider *Aquarius remigis*: test of Darwin's fecundity advantage hypothesis. *Oecologia*, 108, 424–431.
- Reznick, D.A., Bryga, H. y Endler, J.A., 1990. Experimentally induced life-history evolution in natural population. *Nature* 346: 357-359.
- Regal, P.J. 1966. Thermophilic response following feeding in certain reptiles. *Copeia*. 3: 588-590.
- Ricker, A.J. 2001. Mass/Length Residuals: Measures of Body Condition or Generators of Spurious Results? *Ecology*, 82(5). pp. 1473–1483.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191:1-382.
- Romme, W.H., Everham, E.H., Frelich, L.E., Moritz, M.A. y Sparks, R.E. 1998. Are large, infrequent disturbances qualitatively different from small, frequent disturbances? *Ecosystems* 1 : 524-534.
- Roche, J.R.; Friggens, N.C.; Kay, J.K.; Fisher, M.W.; Stafford, K.J. y Berry, D.P. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92:5769-5801.
- Rosen, C.J. y Bouxsein, M.L. 2006. Mechanisms of disease: Is osteoporosis the obesity of bone? *Nat Clin Pract Rheumatol*. 2(1):35-43.
- Rosen, C. J. 2008. Bone remodeling, energy metabolism, and the molecular clock. *Cell Metab*; 7(1):7-10.
- Rosenheim, J.A., Heimpel, G.E. y Mangel, M. 2000. Egg maturation, egg resorption and the costliness of transient egg limitation in insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267, 1565–1573.
- Rueda, A.J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez, M.J.V., Mast, R.B.; Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., de la Ossa, V.J., Rueda, J.N. y Mittermeier, C.G. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538 pp.
- Ruvalcaba, L.O.A.; Arcos, G.J.L.; Mendoza, M.G.D.; Lopez, P.R.; Lopez, G.S.J. y Velez, H.L. 2012. Parámetros Reproductivos de las hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en condiciones intensivas. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXII, N° 1*, 65 – 71.
- Sampson, L., Payán, L.F., Amorocho, D.F., Seminoff, J.A., Giraldo, A. 2014. Intraspecific variation of the green turtle, *Chelonia mydas* (Cheloniidae), in the foraging area of Gorgona Natural National Park (Colombian Pacific). *Acta*

- biol. Colomb. 19(3):461-470.
- Sánchez, J. 1992. Hábitos alimentarios del garrobo o iguana negra, *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: iguanidae) en la región de la presa Zicuirán, Municipio de la Huacana. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Santos, X. y Llorente, G.A. 2004. Lipid dynamics in the viperine snake, *Natrix maura*, from the Ebro Delta (NE Spain). *Oikos*, 105, 132–140.
- SAS. 2010. Institute Inc. SAS Education Analytical Suite for Windows Release 9.2.
- Schall, J.J. 1983. Lizard malaria: cost to vertebrate host's reproductive success. *Parasitology* 87:1-6.
- Schall, J.J. 1990. Virulence of lizard malaria: the evolutionary ecology of an ancient parasite-host association. *Parasitology* 100:S35-S52.
- Schall, J.J. 1992. Parasite-mediated competition in *Anolis* lizards. *Oecologia* 92:64-68.
- Schall, J.J. y Pearson, A.R. 2000. Body Condition of a Puerto Rican Anole, *Anolis gundlachi*: Effect of a Malaria Parasite and Weather Variation. *Journal of Herpetology*, Vol. 34, No. 3, pp. 489 – 491.
- Schall, J.J., Prendeville, H.R. y Hanley, K.A. 2000. Prevalence of the tick, *Ixodes pacificus*, on western fence lizards, *Sceloporus occidentalis*: trends by gender, size, season, site, and mite infestation. *J. Herpetol.* 34:160-163.
- Schall, J.J. y Sarni, G.A. 1987. Malarial parasitism and the behavior of the lizard, *Sceloporus occidentalis*. *Copeia* 1987:84-93.
- Schulte-Hostedde, A.I., Zinner, B., Millra, J.S. y Hickling, G.J. 2005. Restitution of mass-size residuals: Validating body conditions índices. *Ecology*, 86:155-163.
- SEMARNAT. 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. SEMARNAT. México.
- SEMARNAT. 2005. Informe sobre la situación del Medio Ambiente de México. Compendio de estadísticas ambientales. Capítulo 4 Biodiversidad.
- Shine, R. 1992. Relative clutch mass and body shape in lizards and snakes: is reproductive investment constrained or optimized? *Evolution* 46:828-83.
- Sousa, W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 353-391.
- Suazo, I., y Alvarado, J. 1994. Iguana negra: Notas sobre su historia natural. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, U. S. Fish and Wildlife Service-Ecotonia A. C. (Eds.) 40 pp.
- Suazo, I., y J. Alvarado., 1996. Iguana Verde. Manual de conservación y manejo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. México. 57 pp.
- Stevenson, R.D. y Woods Jr., W.A. 2006. Condition indices for conservation: New uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46:1169-1190.
- Teunissen, W., Spaans, B. y Drent, R. 1985. Breeding success in brent in relation to individual feeding opportunities during staging in the Wadden Sea. *Ardea* 73: 109-1.

- Terradas, J. 2001. Ecología de la vegetación. De la eco fisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Ediciones Omega, Barcelona.
- Trivers, R.L. 1972. Parental investment and sexual selection. *Sexual Selection and the Descent of Man* (ed. B. Campbell), pp. 136–179. Aldine Publishing Co., Chicago, Illinois.
- Troyer, K. 1984. Diet selection and digestion in *Iguana iguana*: the importance of age and nutrient requirements. *Oecol.* 61:201:207.
- Turner, M.G., Dale, V.H. y Everham, E.H. 1997. Fires, hurricanes, and volcanoes: Comparing large disturbances. *BioScience* 47: 758-768.
- Upadhyay, J., Farr, O.M., y Mantzoros, S. 2015. The role of leptin in regulating bone metabolism. *Metabolism.* 64:105 - 13.
- Valenzuela, L.G. 1981. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *iguana iguana* (reptiles: iguanidae) en la Costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F. 67 pp.
- Van Marken, L.W.D. 1992. Digestion in an ectothermic herbivore, the green Iguana (*Iguana iguana*): Effect of food composition and body temperature. *Physiological Zoology.* 65: 649-673.
- Van Slys, M. 1998. Growth and body condition of the saxicolous lizard *Tropicurus itambere* in southeast- ern Brazil. *J. Herpetol.* 32:359-365.
- Vélez, H.L.; Cobos, P.M. 1997. Comparación de la digestibilidad *in vitro* de tres leguminosas, entre bacterias cecales de iguana negra, del conejo y bacterias ruminales. XV simposio sobre fauna silvestre. División de Educación Continua, UNAM. México (D.F) México. Octubre 29-31. 174-179 pp.
- Villegas, Z.F. y Vázquez, P.D. 2001. The black iguana, biology, research and conservation of a species endemic to México. *Reptilia the European Herp Magazine.* 18. Octubre 20.
- Vitt, L. J. 1992. Diversity of reproductive strategies among Brazilian lizards and snakes: the significance of lineage and adaptation. Pp. 135-149 in W. Hamlett (ed.), *Reproductive Biology of South American Vertebrates*. Springer-Verlag, New York.
- Vervust, B., Pafilis, P., Valakos, E.D., Van Damme, R. 2010. Anatomical and physiological changes associated with a recent dietary shift in the lizard *Podarcis sicula*. *Physiol Biochem Zool* 83(4):632– 642
- Weimerskirch, H. 1992. Reproductive effort in long-lived birds: age-specific patterns of condition, reproduction and survival in the wandering albatross. *Oikos* 64: 464-473.
- Werner, D.I. 1987. Manejo de la iguana verde en el bosque tropical. *Interciencia.* 12: 226-229.
- Whittier, J.M. y Crews, D. 1990. Body mass and reproduction in female redsided garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Herpetologica* 46: 219-226.

- Yamahira, K. y Conover, D.O. 2002. Intra- vs. interspecific latitudinal variation in growth: Adaptation to temperature or seasonality? *Ecology* 83:1252–1262.
- Zamora, C.F.J. 2015. Variación altitudinal en las estrategias vitales de la lagartija colilarga, *Psammodromus algirus*, en Sierra Nevada: relaciones entre termorregulación, velocidad de carrera y sistema inmune. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Depto. de Zoología. 287 p.
- Zubieta, R.T.L. 1997. Participación comunitaria para la cría y conservación de iguana verde en Maruata, Michoacán (tesis de maestría). Chapingo, Edo. de México, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Zurita, C.M.E., Aguilar, B., González, A., Mendoza, G.D., Arcos, G.J.L. 2009. Composición de la dieta, consumo de proteína y energía en iguana negra, *Ctenosaura pectinata*. *Universidad y Ciencia* 25:103–109.