



Universidad del Mar

Campus Puerto Escondido

EVALUACIÓN DE DIETAS CON DIFERENTE NIVEL DE
PROTEÍNA CRUDA Y ENERGÍA METABOLIZABLE EN IGUANA
NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD
EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Presenta

Cristina Guadalupe Méndez Sánchez

Director

Dr. José Luis Arcos García

Co-Director

Dr. Roberto López Pozos

Puerto Escondido, Oaxaca, 2024

RECONOCIMIENTO

Esta tesis fue realizada en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR) y en el Laboratorio de Ensayos Metabólicos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Estuvo bajo la dirección del Dr. José Luis Arcos García y el Dr. Roberto López Pozos.

Durante la investigación se contó con la beca CONAHCYT, con numero de registro 1150934 perteneciente al programa de Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre.

AGRADECIMIENTOS

Una vez más no encuentro las palabras adecuadas para agradecer a mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de este proceso.

A mi madre, padre, hermana y hermano, ellos son las personas que me impulsan y motivan a nuevas metas y que sin importar el tiempo y el tipo de situación siempre me han brindan los mejor de su persona.

A mis directores de tesis, el Dr. Arcos y el Dr. Pozos por el apoyo y tiempo durante el proceso. Al Dr. Héctor, Antonio, Germán y Adrián por involucrarse en este caminar y hacer de ellos un andar más ligero y lleno de aprendizaje.

A mis amigos Miri, Paco y mi querida Andy que se volvieron mi segunda familia. A Verano, Uriel, Lupillo y Rafael por su apoyo tanto físico como emocional. A mis compañeros del Campo Experimental Bety, Paco y Don Jairo, sin olvidar a los chicos del Laboratorio de Ensayos Metabólicos, Abel, Brenda y Bere, quienes me hicieron formar parte de ellos y no sentir miedo a enfrentarme a un nuevo panorama.

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanos

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
2.1. Generalidades de las iguanas que se distribuyen en la costa de Oaxaca.....	2
2.1.1. Taxonomía.....	2
2.1.2. Condiciones ambientales y actividad.....	2
2.1.3. Microhábitat.....	3
2.1.4. Hábitos.....	3
2.1.5. Alimentación.....	3
2.1.6. Reproducción.....	4
2.1.7. Conservación.....	6
2.2. Descripción de las iguanas del estado de Oaxaca.....	9
2.2.1. Iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>)	9
2.2.2. Iguana de cola espinosa del noreste (<i>Ctenosaura acanthura</i>)	10
2.2.3. Iguana de cola espinosa oaxaqueña (<i>Ctenosaura oaxacana</i>)	12
2.2.4. Iguana negra de cola espinosa (<i>Ctenosaura similis</i>)	13
2.2.5. Iguana Nopilchi (<i>Ctenosaura clarki</i>)	15
2.2.6. Iguana verde (<i>Iguana iguana</i>)	16
2.3. Hábitos alimenticios de <i>Ctenosaura pectinata</i>	18
2.4. Manejo de <i>Ctenosaura pectinata</i>	19
2.5. Importancia del manejo nutricional de <i>Ctenosaura pectinata</i>	19
2.6. Características de crecimiento de <i>Ctenosaura pectinata</i>	20
2.7. Zona termoneutral de las iguanas.....	21
2.8. Condición corporal.....	23
2.9. Características digestivas.....	24
2.10. Proteína.....	25

2.11. Metabolismo de las proteínas.....	26
2.12. Energía.....	27
2.13. Metabolismo de la energía.....	28
2.14. Glúcidos y metabolismo.....	29
2.15. Microorganismos del aparato digestivo.....	29
2.16. Productividad animal.....	31
2.17. Ganancia de peso.....	31
2.18. Crecimiento.....	32
2.19. Eficiencia parcial de utilización del alimento.....	32
2.20. Digestibilidad.....	33
III. HIPÓTESIS.....	35
IV.OBJETIVOS.....	35
4.1. Objetivo general.....	35
4.2. Objetivos particulares.....	35
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
5.1. Área de estudio.....	36
5.2. Ejemplares y duración del experimento.....	37
5.3. Alojamiento.....	37
5.4. Ambiente y alimentación.....	38
5.5. Tratamientos.....	38
5.6. Variables evaluadas.....	39
5.7. Diseño experimental.....	47
VI. RESULTADOS.....	48
6.1. Periodo de evaluación de los 0 a 28 días.....	48
6.2. Periodo de evaluación de los 28 a 59 días.....	51
6.3. Periodo de evaluación de los 59 a 87 días.....	54
6.4. Prueba de digestibilidad.....	57
6.5. Evaluación productiva.....	60
6.6. Efecto de bloqueo sobre el consumo de nutrientes.....	65
6.7. Análisis de correlación de las variables de interés productivo	66
VII. DISCUSIÓN.....	71

7.1. Variables evaluadas en la iguana negra en etapa juvenil.....	71
7.1.1. Peso	71
7.1.2. Largo y ancho de la cabeza.....	72
7.1.3. Longitud total y hocico cloaca.....	73
7.1.4. Perímetro del tórax y abdomen.....	74
7.1.5. Diámetro de la base de la cola, cadera y longitud de la pelvis.....	74
7.1.6. Longitud y diámetro de la pierna.....	75
7.1.7. Consumo de materia seca, proteína y energía.....	76
7.1.8. Digestibilidad.....	78
7.1.9. Condición corporal.....	79
7.1.10. Análisis del consumo promedio de nutrientes.....	80
7.1.11. Efecto de la proteína y energía en el comportamiento productivo.....	81
7.1.12. Eficiencia de utilización de la energía metabolizable y proteína cruda en función del consumo.....	82
7.2. Análisis de correlación de las variables medidas en la iguana negra.....	83
VIII.CONCLUSIONES	84
IX.REFERENCIAS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo reproductivo de la iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>)	5
Figura 2. Curva de rendimiento hipotético en función de la temperatura corporal en reptiles.....	22
Figura 3. Perfil térmico característico de un ectotermo. Tomado de Agudelo 2011	23
Figura 4. Mapa de la ubicación del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar.....	36
Figura 5. Jaulas individuales para iguana.....	38
Figura 6. Pesaje de iguanas negra para determinar ganancia diaria promedio.....	40
Figura 7. Longitud hocico-cloaca.....	42
Figura 8. Longitud total.....	42
Figura 9. Longitud de la cabeza.....	43
Figura 10. Ancho de cabeza.....	43
Figura 11. Perímetro torácico.....	43
Figura 12. Perímetro abdominal.....	43
Figura 13. Diámetro de la base de la cola.....	44
Figura 14. Diámetro de la cadera.....	44
Figura 15. Diámetro de la pierna.....	44
Figura 16. Longitud de la pierna.....	44
Figura 17. Longitud de la pelvis.....	45
Figura 18. Estimación de la digestibilidad aparente de la materia seca y la digestibilidad obtenida mediante cenizas insolubles en ácido (CIA).....	59
Figura 19. Iguana con condición corporal “Extremadamente corpulento”	63
Figura 20. Iguana con condición corporal “Excelente”	63
Figura 21. Iguana con condición corporal “Delgado”	63
Figura 22. Iguana con condición corporal “Extremadamente delgado”	63

Figura 23. Relación entre el consumo de proteína cruda y el crecimiento de peso de 30 ejemplares de iguana negra alimentadas con dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable..... 69

Figura 24. Relación entre el consumo diario de energía metabolizable y la ganancia de peso diario de 30 ejemplares de iguana negra alimentadas con dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable..... 70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales características de los meses clave en la reproducción de iguanas de la zona costera de Oaxaca	4
Cuadro 2. Principales características del tamaño de nidada de iguanas que se distribuyen en Oaxaca.....	6
Cuadro 3. Estatus de conservación de las iguanas que se distribuyen en Oaxaca.....	8
Cuadro 4. Principales características morfométricas de ejemplares de <i>Ctenosaura pectinata</i>	9
Cuadro 5. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de <i>Ctenosaura acanthura</i>	11
Cuadro 6. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de <i>Ctenosaura Oaxacana</i>	13
Cuadro 7. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de <i>Ctenosaura similis</i>	15
Cuadro 8. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de <i>Ctenosaura clarki</i>	16
Cuadro 9. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de <i>Iguana iguana</i>	17
Cuadro 10. Tratamientos en la evaluación de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable en iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>).....	39
Cuadro 11. Composición de la materia prima utilizadas para la elaboración de las dietas alimenticias.....	39
Cuadro 12. Energía metabolizable y proteína cruda como factor que influye sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 28 días de tratamiento.....	47
Cuadro 13. Características morfométricas de iguana negra por efecto de diferentes niveles de proteína cruda y energía a los 28 días de tratamiento.....	48

Cuadro 14. Características morfométricas de iguana negra por efecto de la combinación de proteína y energía metabolizable a los 28 días de tratamiento.	49
Cuadro 15. Consumo voluntario de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferente niveles de proteína cruda y energía metabolizable durante los 0-28 días de tratamiento	49
Cuadro 16. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 59 días de tratamiento.....	50
Cuadro 17. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 59 días de tratamiento	51
Cuadro 18. Cambios en los parámetros morfométricos en la iguana negra por efecto de la dieta en los niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 59 días de tratamiento.....	52
Cuadro 19. Consumo voluntario de la iguana negra, por efecto de diferentes dietas a base de proteína cruda y energía metabolizable durante los 29-59 días de tratamiento	52
Cuadro 20. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 87 días de tratamiento.	53
Cuadro 21. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento	54
Cuadro 22. Cambios en los parámetros morfométricos en la iguana negra por efecto de la dieta en los niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.....	54
Cuadro 23. Consumo voluntario de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable durante los 60-87 días de tratamiento	55

Cuadro 24. Energía metabolizable y proteína cruda como factor que influye sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra (prueba de digestibilidad con duración de 14 días).....	56
Cuadro 25. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentadas con diferentes niveles de proteína y energía metabolizable (prueba de digestibilidad con duración de 14 días).....	57
Cuadro 26. Características morfométricas de iguana negra. Efecto de la combinación en el alimento de proteína y energía metabolizable (prueba de digestibilidad de 14 días).....	58
Cuadro 27. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de proteína y energía metabolizable en la dieta para iguana negra, sobre el consumo de alimento, durante la prueba de digestibilidad con duración de 14 días.....	58
Cuadro 28. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 87 días de tratamiento.	60
Cuadro 29. Características morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía a los 87 días de tratamiento....	61
Cuadro 30. Características morfométricas de iguana negra. Efecto de la combinación en el alimento la proteína y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento	62
Cuadro 31. Consumo voluntariado de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferentes niveles de proteínas metabolizable y eficiencia parcial de utilización del alimento en la dieta a los 87 días de tratamiento.....	62
Cuadro 32. Consumo de fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, fibra cruda y grasa por la iguana negra de acuerdo a diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.....	64

Cuadro 33. Consumo de minerales por la iguana negra de acuerdo a diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.	64
Cuadro 34. Efecto del tamaño de la iguana negra en el consumo de materia seca, proteína cruda, energía metabolizable y la eficiencia parcial de utilización del alimento en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable.....	65
Cuadro 35. Efecto del tamaño de la iguana negra en el consumo de fibra detergente ácido, detergente neutro, fibra cruda y grasa en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable	66
Cuadro 36. Efecto del tamaño de iguana negra en el consumo de minerales en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable.	66
Cuadro 37. Análisis de correlación de Pearson de variables productivas en iguanas negras alimentadas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de prueba.....	67
Cuadro 38. Continuidad del cuadro 37.....	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de estudiar el comportamiento productivo de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), bajo los efectos de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable. Se utilizaron 30 hembras de *C. pectinata* en etapa juvenil con un peso inicial de 124.4 g. Los ejemplares se alojaron en jaulas individuales equipadas con tapetes de plástico, bebederos y comederos semiautomáticos. Ubicadas en las instalaciones del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR). Los tratamientos alimenticios consistieron en la combinación de dos niveles de proteína cruda (25.3 y 28.3%) y tres niveles de energía metabolizable (2.3, 2.7 y 3.1 Mcal kg⁻¹). Se evaluaron las variables productivas peso inicial, peso final (mg) y variables zométricas (largo de la cabeza, ancho de la cabeza, hocico cloaca, total, perímetro del tórax, perímetro del abdomen, diámetro de la base de la cola, diámetro de la cadera, diámetro de la pierna, longitud de la pierna, longitud de la pelvis); además se evaluó el consumo (mg) de materia seca, proteína cruda, energía metabolizable, digestibilidad y eficiencia parcial de utilización del alimento. Se empleó un diseño de bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial 2x3, en donde el criterio de bloqueo fue el peso inicial de las iguanas, para observar las diferencias entre tratamientos, se utilizó una prueba de Tukey. De las variables evaluadas el largo de la cabeza fue mayor ($P \leq 0.5$) para el tratamiento con 25.3% de PC y 2.7 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el análisis del consumo, así como tampoco en las variables evaluadas durante la prueba de digestibilidad. La mayoría de las variables productivas se correlacionan positivamente ($P < 0.0001$). Se concluye que para hembras de iguana negra en etapa juvenil y bajo las mismas condiciones ambientales, las dietas ofrecidas deben contener 31% de proteína cruda y 2.7 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable para optimizar su producción.

ABSTRACT

The present research was carried out with the objective of studying the productive behavior of the black iguana (*Ctenosaura pectinata*), under the effects of diets with different levels of crude protein and metabolizable energy. Thirty juvenile *C. pectinata* females with an initial weight of 124.4 g were used. The specimens were housed in individual cages equipped with plastic mats, drinkers and semi-automatic feeders. The cages were located in the facilities of the Center for Conservation and Reproduction of Iguanas of the Universidad del Mar (CECOREI-UMAR). The feeding treatments consisted of a combination of two levels of crude protein (25.3 and 28.3%) and three levels of metabolizable energy (2.3, 2.7 and 3.1 Mcal kg⁻¹). The productive variables initial weight, final weight (mg) and zoometric variables (head length, head width, cloacal snout, total, thorax perimeter, abdomen perimeter, tail base diameter, hip diameter, leg diameter, leg length, pelvis length) were evaluated; in addition, the consumption (mg) of dry matter, crude protein, metabolizable energy, digestibility and partial feed utilization efficiency (mg) were evaluated.

A randomized complete block design with a 2x3 factorial arrangement was used, where the blocking criterion was the initial weight of the iguanas, to observe the differences between treatments, a Tukey test was used. Of the variables evaluated, head length was greater ($P \leq 0.05$) for the treatment with 25.3% CP and 2.7 Mcal kg⁻¹ of metabolizable energy. No differences ($P > 0.05$) were found in the consumption analysis, as well as in the variables evaluated during the digestibility test. Most of the productive variables were positively correlated ($P < 0.0001$). It is concluded that for black iguana females in juvenile stage and under the same environmental conditions, the diets offered should contain 31% crude protein and 2.7 Mcal kg⁻¹ of metabolizable energy to optimize their production.

I. INTRODUCCIÓN

En muchas comunidades de México en donde se distribuye la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), ella es cazada y consumida, porque representa un recurso importante como fuente de alimento al que tienen acceso los pobladores (Zurita-Carmona *et al.* 2009). A pesar de que la iguana negra constituye un elemento en la cultura mexicana y que existen sistemas de crianza en cautiverio dedicada a esta especie, hasta la fecha no se tiene información suficiente sobre su nutrición que sirva como base en el manejo de la especie; específicamente se desconocen las necesidades de proteína y energía metabolizable de la iguana en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo (Vélez-Hernández *et al.* 2012). La carencia de conocimiento para la elaboración de dietas apropiadas para esta especie (Arcos-García *et al.* 2005a) ha originado que en condiciones bajo cuidado humano se ofrezca una variedad de alimentos. De las dietas evaluadas en esta especie bajo condiciones de cuidado humano (Arcos-García *et al.* 2005a, Arcos-García *et al.* 2007, Arcos-García & López-Pozos 2009, Ortiz *et al.* 2013), las que han dado mejores resultados en el crecimiento de la especie son a base de alimentos concentrados, con proteína cruda (PC) de 15.5, 16.0, 20.0, 25.6, 25.9 y 61.6 % y de energía metabolizable ($2.193 \text{ Mcal kg}^{-1}$), muy similar con las dietas encontradas en vida libre (Zurita-Carmona *et al.* 2009), donde la proteína cruda y energía aportadas por el alimento son de 25.5% PC y $2.703 \text{ Mcal kg}^{-1}$. Dentro de las dietas recomendadas en condiciones de cuidado humano se encuentran, aquellas con base de concentrado para la alimentación de conejos y alfalfa con concentraciones de PC de 15.5 y 25.6% respectivamente (Arcos-García *et al.* 2005a); también, se ha reportado el uso de insectos (61.6% PC) para la alimentación en la etapa de crías (Arcos-García *et al.* 2007). Ortiz *et al.* (2013) al incrementar el porcentaje de lisina en la dieta de las crías de iguana, reportaron mejoras en el comportamiento productivo de la especie, por lo cual se asocia a este aminoácido como limitante en la dieta de las iguanas. Por lo expuesto anteriormente, es necesario evaluar dietas para iguanas bajo cuidado humano, tomando en cuenta las necesidades de proteína cruda y energía; con la finalidad de incrementar la productividad de *Ctenosaura pectinata*.

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades de las iguanas que se distribuyen en la zona costera de Oaxaca

De acuerdo con Mata-Silva *et al.* (2021), en el estado de Oaxaca se distribuyen cinco especies de iguanas, cuatro de ellas del género *Ctenosaura*: *C. acanthura*, *C. oaxacana*, *C. pectinata*, *C. similis* y sólo una especie del género *Iguana*: *Iguana iguana*; sin embargo, CONABIO (2022a) también ha reportado la presencia de *Ctenosaura clarki*.

2.1.1 Taxonomía

Las iguanas, taxonómicamente se encuentran en la clase Reptilia, orden Squamata, suborden Sauria, familia Iguanidae, género *Ctenosaura* o *Iguana*, especie *pectinata*, *acanthura*, *oaxacana*, *similis*, *clarki* e *iguana* (Ramírez & Arizmendi 2004).

2.1.2 Condiciones ambientales y actividad

La temperatura y la luminosidad son factores ambientales claves para determinar su actividad diaria, debido a que son animales ectotermos; se entiende por ectotermo aquellos organismos que adquieren su calor corporal por medio de la exposición a fuentes calóricas del ambiente, así que depende de fuentes externas de calor y estrategias conductuales para mantener constante su temperatura corporal (35 °C) para realizar sus actividades y procesos fisiológicos (Arcos *et al.* 2005a, Fajardo *et al.* 2020, Lara 2020). Por lo que se observa actividad diurna los iguánidos, que buscan lugares en los que puedan tomar el sol para elevar su temperatura corporal (35 a 40°C) (Harald 2004, Arcos *et al.* 2005a). Inician sus actividades alrededor de las nueve de la mañana, cuando la temperatura ambiental empieza a incrementar, y las concluye cerca de las seis de la tarde, cuando el sol se comienza a ocultar. La iguana es considerada dentro del grupo de los animales pasivos, porque la mayor parte del tiempo se la pasa descansando y asoleando. Sin embargo, durante el periodo reproductivo se vuelve más activa, incrementa su agresión y su desplazamiento (Suárez *et al.* 2013).

2.1.3 Macrohábitat

Las iguanas del género *Ctenosaura* se encuentran en hábitats de selva seca tropical y subtropical, con matorrales y bosques secos y subhúmedos. También se pueden

encontrar en lagunas costeras, playas arenosas, palmares, terrenos agrícolas, áreas abiertas perturbadas, pastizales, tierras de pastoreo o dentro de áreas urbanas. Las especies pequeñas (*C. clarki* y *C. oaxacana*), prefieren la selva seca. Mientras que la iguana verde prefiere hábitats como selvas (húmedos y muy húmedos), áreas rocosas, de matorrales, acantilados, mangles, ríos, zonas áridas y sabanas con arbustos y árboles dispersos (CITES 2019, Rioja *et al.* 2012, Suárez *et al.* 2013, PROFEPA 2021a).

2.1.4 Hábitos

Se entiende por hábito al modo especial de proceder o conducirse, que fue adquirido por repetición de actos iguales a semejantes, u originados por tendencias instintivas (RAE 2022a). Los hábitos pueden ser clasificados de diferente forma siendo la clasificación más común los hábitos alimenticios, conductuales y reproductivos (Molina *et al.* 2003). La mayoría de las especies de reptiles sólo presentan un tipo de hábito de acuerdo al sustrato en que se desarrollan (terrestre, fosorial, acuático, arborícola, ripario). Pero, las iguanas pueden presentar más de un hábito; las del género *Ctenosaura* presentan hábitos terrestres, arborícola y fosorial, mientras que *Iguana iguana* presenta hábitos acuáticos, arborícolas y ripario (García & Ceballos 1994, Aguilar-López & Canseco-Márquez 2006). Los hábitos de actividad se subdividen en diurno (su actividad es durante el día), nocturno (su actividad es durante la noche) o ambas, mientras que los hábitos alimenticios se subdividen en fitófagos o vegetarianos, zoófagos o carnívoros y detritívoros (Molina *et al.* 2003, Alcaraz 2009, RAE 2022 b, c).

2.1.5 Alimentación

Las iguanas del género *Ctenosaura* no presentan un hábito alimenticio exclusivo ya que consumen material vegetal o insectos; presentan cambio ontogénico en su hábito alimenticio (Zurita-Carmona 2009, Klein 2016). Por otro lado, la iguana verde presenta un hábito vegetariano, el 100% del alimento es de origen vegetal puesto que las hojas constituyen el principal alimento a lo largo del año; sin embargo, existen reportes en los que se observa a los ejemplares consumir insectos (Lara-López & González-Romero 2002, Arcos *et al.* 2007).

2.1.6 Reproducción

La época reproductiva de las iguanas es anual e inicia con la territorialidad y cortejo, seguida de la cópula y desove (Arcos-García & López-Pozos 2009) (Cuadro 1 y Figura 1). El tamaño de nidada se incrementa en relación con el aumento del cuerpo de la madre. El período de incubación varía principalmente de la temperatura ambiental, el ciclo reproductivo ocurre durante la estación seca; la eclosión comienza en el mes de junio al inicio de la temporada de lluvias (Gutsche 2006, Pinacho *et al.* 2010, MARENA 2020). En el Cuadro 2 se puede observar el tamaño de nidada y otras características de la etapa reproductiva de las iguanas que se distribuyen en Oaxaca. La época de reproducción puede variar de acuerdo con los cambios climáticos locales o si los ejemplares se encuentran en vida libre o cautiverio con un sesgo aproximado de dos meses (Garrido & Sandoval 1992, Bello-Sánchez *et al.* 2012, López *et al.* 2012, CITES 2019, MARENA 2020).

Cuadro 1. Principales características de los meses clave en la reproducción de iguanas en la zona costera de Oaxaca.

Especie	Años		Mes	
	Edad a la reproducción	Apareamiento	Desove	Eclosión
<i>Ctenosaura pectinata</i>	2.5-3.5	Dic-Ene	Mzo-Abr	Jun-Jul
<i>Ctenosaura similis</i>	3.0-4.0	Nov-Ene	Mzo-Abr	Jun-Jul
<i>Ctenosaura acanthura</i>	1.6	Nov-Feb	Mzo-May	Jun-Jul
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	1.5	Nov-Dic	Ene-Mzo	Jun-Ago
<i>Ctenosaura clarki</i>	2.0	Dic-Ene	Feb-Mzo	Jun-Jul
<i>Iguana iguana</i>	2.0	Oct-Dic	Mzo-Abr	Jun-Jul

(Garrido & Sandoval 1992, Bello-Sánchez *et al.* 2012, López *et al.* 2012, CITES 2019, MARENA 2020).

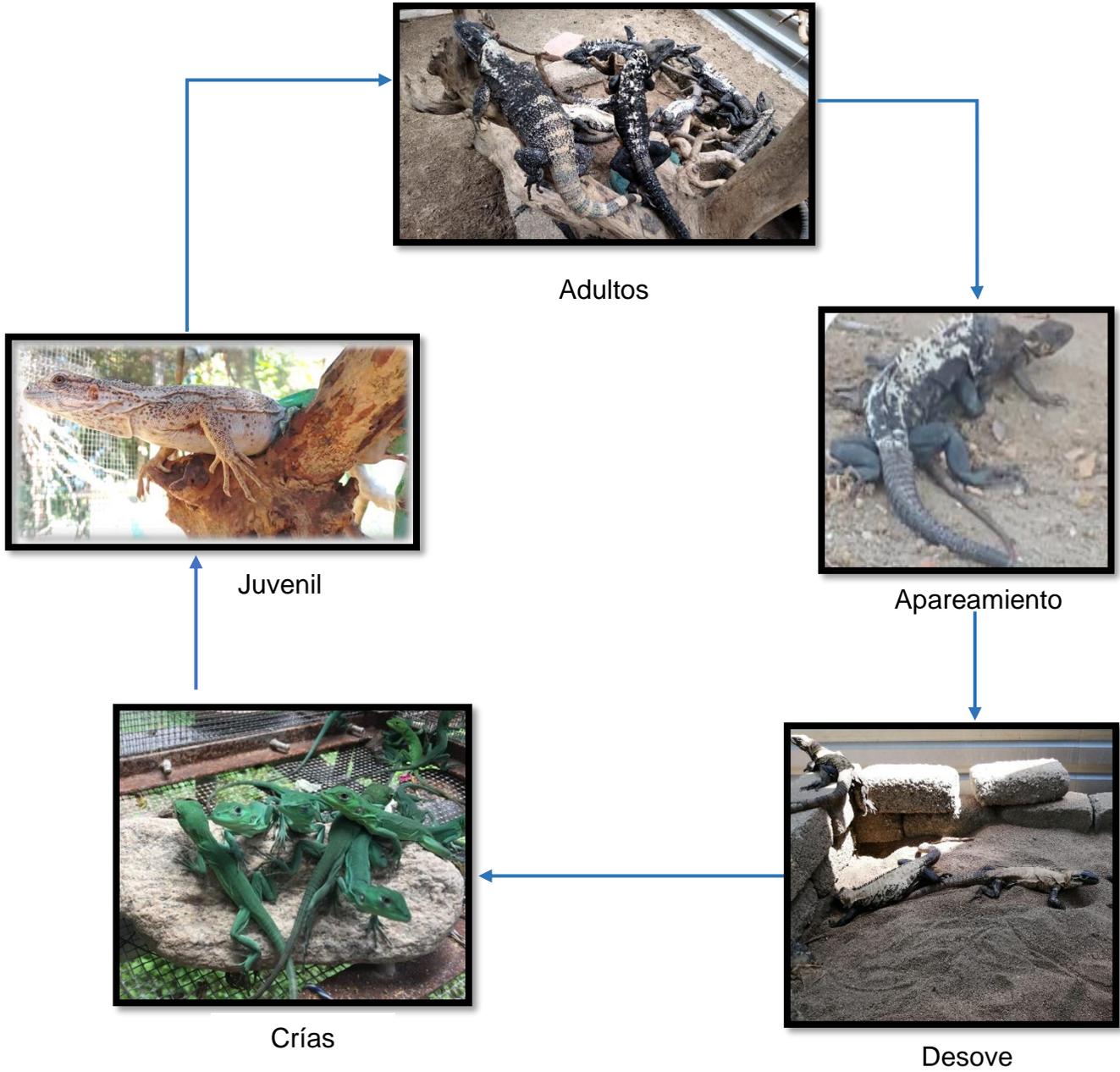


Figura 1. Ciclo reproductivo de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*)

Cuadro 2. Principales características del tamaño de nidada de iguanas que se distribuyen en Oaxaca.

Especie	Tamaño de puesta (huevos)	Peso (g)	Longitud (cm)	Tiempo de incubación (días)
<i>Ctenosaura pectinata</i>	31.1 ± 11.6	7.5 ± 1.7	Ancho 1.9 Largo 3.1	71.2 ± 6.0
<i>Ctenosaura similis</i>	40.0 ± 10.0	6.0 ± 2.0	Ancho 2.05 Largo 2.9	75.0 ± 15.0
<i>Ctenosaura acanthura</i>	27.7 ± 9.1	6.0 ± 0.7	Ancho 2.05 Largo 2.9	78.2 ± 6.3
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	5.6 ± 1.7	3.85 ± 1.0	Ancho 1.5 Largo 2.8**	92.0 ± 12.4
<i>Ctenosaura clarki</i>	9.0 ± 3.0	3.75**	Ancho:1.27 Largo:1.98	*
<i>Iguana iguana</i>	23.5 ± 8.1	17.09 ± 7.2	Ancho 2.6 Longitud 4.3	78.2 ± 10.0

Arcos-García *et al.* 2010, Pinacho *et al.* 2010, Castro-Franco *et al.* 2011, Bello-Sánchez *et al.* 2012, López *et al.* 2012, Morales-Mávila *et al.* 2016, MARENA 2020. *: No existen estudios suficientes que definan los siguientes datos, pero se considera que son similares a todas las *Ctenosauras*, **: Se tomaron como comparativos los valores de *Ctenosaura alfredschmidti* al ser iguanas de la misma talla.

2.1.7 Conservación

Ante el reto de conservar el elevado número de especies de fauna y considerando la dificultad de contar con programas individualizados para todas ellas se han establecido clasificaciones por diferentes instituciones a nivel internacional: CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre), UICN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza), así como por normas a nivel nacional como la NOM-059-SEMARNAT-2010 (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). Se entiende por conservación la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las comunidades, las poblaciones y las especies de fauna silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo (LGVS 2018). Las iguanas que se distribuyen en México se

encuentran en las diferentes clasificaciones de categoría de riesgo mencionadas anteriormente (Cuadro 3).

Específicamente *Ctenosaura pectinata* en la NOM-059-SEMARNAT-2010 está catalogada como amenazada y de seguir incidiendo de manera negativa en la especie podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo (DOF 2010). Sin embargo; aun con restricciones, las iguanas siguen constituyendo una fuente alimentaria en regiones calurosas y los usos de la iguana negra se ha diversificado; entre ellos destacan: medicina rural, bisutería, adornos y mascotas (Suazo *et al.* 1994). A grandes rasgos, no se autoriza el aprovechamiento extractivo en vida silvestre de partes y derivados de las iguanas (DOF 2010, LGVS 2018, CITES 2019).

Cuadro 3. Estatus de conservación de las iguanas que se distribuyen en Oaxaca.

Especie	UICN	CITES	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Preocupación menor: no califica para las categorías de alto riesgo y probablemente no califique en un futuro cercano porque es abundante y con área de distribución amplia		
<i>Ctenosaura similis</i>			Amenazadas (A): aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones
<i>Ctenosaura oaxacana</i>	En Peligro Crítico bajo los criterios B1ab(iii,v): está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre	Apéndice II: no se encuentra en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia	
<i>Ctenosaura clarki</i>	Vulnerable según los criterios B2ab(iii): se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre		
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Preocupación menor		Sujeta a protección especies (Pr): aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas
<i>Iguana iguana</i>			

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, UICN: *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*, NOM-059-SEMARNAT-2010: NORMA Oficial Mexicana de 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.

2.2 Descripción de las iguanas del estado de Oaxaca

2.2.1 Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*)

Nombres comunes. Garrobo negro, Iguana de roca, Iguana espinosa mexicana, Iguana mexicana de cola espinosa, Iguana negra (CONABIO 2022d).

Descripción. Son iguanas de talla grande que alcanzan en la etapa adulta una longitud total de 1.2 m en vida libre (Arcos-García *et al.* 2005b, Machorro *et al.* 2009, Félix 2016) (Cuadro 4), estas son robustas y de cola larga con anillos de escamas espinosas con tonalidades claras y oscuras alternándose. Presentan una cresta a lo largo de la región ventral del cuerpo y un pliegue gular transversal en el cuello, más notorio en los machos. La coloración general del dorso es grisácea a negruzca con los lados del cuerpo amarillentos en los machos y naranja en las hembras (García & Ceballos 1994, Machorro *et al.* 2009, Heras 2017). En la iguana negra el dimorfismo sexual de los organismos adultos se identifica la presencia de poros femorales más desarrollados en los machos (Arcos-García *et al.* 2005b). En cuanto a la coloración de las crías son completamente verdes conforme comienzan a crecer van cambiando a tonalidades oscuras (García & Ceballos 1994).

Cuadro 4. Principales características morfométricas de ejemplares de *Ctenosaura pectinata*.

Características	Crías	Juveniles (21 meses)		Adultos*
		Macho	Hembra	
Peso (g)	6.3 ± 0.4	212.9 ± 7	174.9 ± 67.4	891.1 ± 338.0
Longitud de la cabeza (cm)	1.7 ± 1.1	4.5 ± 0.4	4.2 ± 0.4	7.9 ± 2.8
Longitud hocico-cloaca (cm)	6.6 ± 2.0	17.9 ± 1.7	17.2 ± 1.8	30.0 ± 8.5
Longitud de la cola (cm)	9.9 ± 4.5	36.6 ± 6.3	35.4 ± 4.8	37.5 ± 22.0
Longitud total (cm)	16.0 ± 5.2	54.5 ± 7.7	52.6 ± 6.2	67.5 ± 30.5

(Arcos-García *et al.* 2005b, Machorro *et al.* 2009, Félix 2016)

Especies similares. *Ctenosaura similis*, *Ctenosaura acanthura*

Hábitos. Es una especie de hábitos diurnos la cual exhibe un cambio ontogénico, es decir, la dieta cambia de insectos (zoófagos) cuando son juveniles a casi exclusivamente plantas (fitófagos) cuando son adultos, estos cambios de alimentación están relacionados con los hábitos terrestres de las iguanas jóvenes y los hábitos arborícolas y rupícolas de las adultas (Montanucci 1968, Zurita-Carmona *et al.* 2009). Con relación a la reproducción bajo las condiciones del estado de Oaxaca estas ponen los huevos en febrero y la incubación dura hasta abril y mayo, durante la estación lluviosa (CONABIO 2022d, Reynoso *et al.* 2022).

Hábitat. La iguana negra vive en ambientes subhúmedos de las costas del Pacífico, en selva mediana caducifolia, baja caducifolia, y en matorral espinoso. Suele encontrarse en barrancos cerca de los arroyos, sus lugares favoritos son los sitios rocosos en terrenos secos; también trepa a los árboles y muchos individuos viven en las ramas y troncos huecos. Se ha reportado que habita en sitios rocosos de la selva baja y en la costa, aunque también suele vivir en encinares tropicales y potreros (Álvarez del Toro 1982, Ramírez & Arizmendi 2004).

Distribución. En México se distribuye en los estados de la costa del Pacífico (Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca), además de Durango, Zacatecas, Morelos, Puebla, Estado de México, y en las Islas Isabel y Tres Marías; también se distribuye en los Estados Unidos en el extremo sur de Texas y el sureste de Florida debido a su introducción (Flores-Villela 1993, Arcos-García & López-Pozos 2009).

2.2.2 Iguana de cola espinosa del noreste (*Ctenosaura acanthura*)

Nombres comunes. Garrobo de México, iguana, iguana de cola espinosa del noreste, iguana de cola espinosa del noreste, iguana espinosa del Golfo (Ramírez & Hernández 2004).

Descripción. *Ctenosaura acanthura* posee una cola gruesa y larga la cual presenta una serie de espinas formando anillos, en cuanto a la cabeza es triangular y aplanada dorsalmente (CONABIO 2022b). Los machos presentan una cresta dorsal formada por escamas largas y espinosas, mientras que la cola exhibe anillos de coloración negra, por otro parte presentan de cinco a siete poros femorales de aproximadamente 2.5 mm de diámetro. En cuanto a las hembras, las crestas dorsales son cortas o casi inexistentes y los poros femorales solo alcanzan 1 mm de diámetro (Cuadro 5). Con relación a la coloración, en machos y hembras adultas pueden tener cuerpo gris oscuro o gris pálido con rayas claras u ocelos que siempre están presentes, las tonalidades dependen del microhábitat en donde se encuentren, mientras que las crías son verdes y en los juveniles se pueden apreciar tonalidades de color azul claro en el vientre y rayas en el dorso (Ramírez & Hernández 2004, Morales-Mávila *et al.* 2016).

Cuadro 5. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de *Ctenosaura acanthura*.

Características	Crías	Adultos	
		Macho	Hembra
Peso (g)	5.1 ± 0.6	423.2 ± 120.4	250.5 ± 26.9
Longitud de la cabeza (cm)	*	5.6 ± 0.9	4.2 ± 0.1
Longitud hocico-cloaca (cm)	5.3 ± 0.3	23.9 ± 2.8	19.5 ± 2.6
Longitud de la cola (cm)	*	56.0 ± 17.0	46.0 ± 12.0
Longitud total (cm)	*	100.0 ± 15.0	80.0 ± 10.0

Suárez *et al.* 2013, Morales-Mávila *et al.* 2016 * No existen estudios en donde reporten las longitudes exactas, solo que son crías más pequeñas que *Ctenosaura pectinata*.

Especies similares. *Ctenosaura pectinata*, *Ctenosaura similis*.

Hábitos. En cuanto a los hábitos de alimentación, esta especie es estrictamente vegetariana en su ambiente natural, pero se ha observado que incluye en su dieta una cantidad importante de insectos como complemento alimenticio además de tener gastrolitos. La reproducción se lleva a cabo en el mes de enero y febrero para que en los

meses de marzo a mayo las hembras comiencen la anidación y ver las primeras crías a final de abril y las últimas en los primeros días de junio (Suárez *et al.* 2013).

Hábitat. Esta especie habita en climas calientes y húmedos de tipo Am (con una corta temporada seca) y Aw (con una larga temporada de secas); en climas secos de los tipos BS (seco estepario) y BW (seco desértico); también puede habitar en climas templados y húmedos de los tipos Cf (con lluvias poco frecuentes pero intensas durante todo el año) y Cs (con la temporada lluviosa en la época invernal). Se distribuye en altitudes cercanas al nivel del mar (CONABIO 2022b).

Distribución. Se distribuye de Tamaulipas hacia el sur de Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas, así como el Estado de México (CONABIO 2022b).

2.2.3. Iguana de cola espinosa oaxaqueña (*Ctenosaura oaxacana*)

Nombres comunes. Iguanita de Oaxaca, guiú (derivativo Nguio), raboancho (derivativo Raguanchó), cuopo, tlalchiquín, gumaga, chiquipil o chipilipi, colitancha (CONABIO 2022e).

Descripción. *Ctenosaura oaxacana*, es una especie de talla pequeña. Una característica importante es que la cola presenta en su zona dorsal anillos con escamas grandes y espinosas los cuales están separados por una serie de escamas planas, las escamas de la cabeza y de las regiones lateral y dorsal del cuerpo son lisas y ligeramente imbricadas (estructuras sobre puestas una sobre otras), las escamas en la región ventral del cuerpo son más grandes, pero presentan el mismo diseño que las dorsales. Los machos presentan entre 7-8 poros femorales y el pliegue gular es evidente. (Flores-Villela & Rubio-Pérez 2008, RAE 2022d). En el Cuadro 6 se pueden apreciar algunas características morfométricas más sobresalientes de la especie (Bello-Sánchez *et al.* 2012, Díaz 2014, De Alcantara *et al.* 2015, CITES 2019).

Especies similares. *Ctenosaura pectinata*

Hábitos. La especie es semi-arbórea, prefirieren terrenos de tipo rocoso y usan ramas huecas y rocas como retiros (Köhler 2004b).

Cuadro 6. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de *Ctenosaura Oaxacana*.

Características	Crías	Adultos	
		Macho	Hembra
Peso (g)	2.5 ± 0.4	81.0 ± 29.0	68.4 ± 18.2
Longitud de la cabeza (cm)	1.3 **	2.9 ± 0.3	2.7 ± 0.1
Ancho de la cabeza (cm)	*	1.4 ± 0.2	1.9 ± 0.1
Longitud hocico-cloaca (cm)	4.3 ± 0.2	13.5 ± 1.5	13.5 ± 3.3
Longitud de la cola (cm)	3.6 **	20.5	17.5
Longitud total (cm)	7.7 **	34.5 ± 3.5	30.9 ± 3.3

Bello-Sánchez *et al.* 2012, Díaz 2014, De Alcantara *et al.* 2015, CITES 2019. *No existen estudios en donde reporten las longitudes exactas, **: Se tomaron como comparativos los valores de *Ctenosaura alfredschmidti* al ser iguanas de la misma talla.

Hábitat. *Ctenosaura oaxacana* habita bosque seco tropical, la selva seca y después al Nanchal, mientras que evita el pastizal, la vegetación riparia y el manglar, por lo cual se distribuye desde los 0 a 250 metros sobre el nivel del mar. La especie utiliza agujeros y ramas de árboles vivos (Köhler 2004b, Rioja *et al.* 2012).

Distribución. Endémica de Oaxaca (está restringida a la vertiente del Pacífico del Istmo de Oaxaca, la extensión de la ocurrencia es inferior a 100 km) (CONABIO 2022d).

2.2.4. Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*)

Nombres comunes. Garrobo, garrobo negro, iguana espinosa rayada, iguana negra de cola espinosa (CONABIO 2022f).

Descripción. Los machos adultos de *Ctenosaura similis* son relativamente más grandes que las hembras con cabezas relativamente robustas, músculos de mejillas abultadas y mandíbula alargada y una cresta medio dorsal prominente de escamas alargadas en forma de espina. El dimorfismo es similar en color y patrón, pero hay un cambio ontogénico de marcas crípticas finalmente reticuladas en las crías y a verde brillante en el juvenil y finalmente a un patrón de bandas oscuras en el adulto (Cuadro 7) (Fitch & Henderson 1997, CONABIO 2022f).

Especies similares. *Ctenosaura acanthura*, *Ctenosaura pectinata*.

Hábitos. Se ha observado conducta agresiva por defender su territorio, *Ctenosaura similis* se reproduce en la estación de secas. Cada hembra pone sólo una nidada anual (Ramírez & Hernández 2004). Entre sus hábitos alimenticios exhibe un cambio ontogénico en la dieta (Montanucci 1968; Van Devender 1982), el cambio de dieta insectívora a vegetariana similar a la *Ctenosaura pectinata* (Durtsche 2000).

Hábitat. Esta especie se encuentra en lugares soleados y abiertos dentro de hábitats de bosques secos y húmedos. También ocurre en sabana, lagunas y pantanos costeros, playas de arena, tierras agrícolas, áreas abiertas perturbadas, pastizales, tierra, y también se puede encontrar cerca de áreas urbanas (Pasachnik 2015).

Distribución. En México se distribuye en Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Ramírez & Arizmendi 2004).

Cuadro 7. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de *Ctenosaura similis*.

Características	Crías	Adultos	
		Macho	Hembra
Peso (g)	5.0	1034.0	651.0
Longitud de la cabeza (cm)	*	9.5 ± 1.0	7.0 ± 1.0
Longitud hocico-cloaca (cm)	6.0	34.5 ± 14.5	27.6 ± 7.1
Longitud de la cola (cm)	*	48.0 ± 10.0	39.0 ± 6.0
Longitud total (cm)	*	82.5 ± 30.0	66.6 ± 6.5

*No existen estudios suficientes en donde reporten las longitudes exactas (Fitch & Henderson 1977, Chowdhury *et al.* 2012, Charruau *et al.* 2020, MARENA 2020).

2.2.5. Iguana Nopilchi (*Ctenosaura clarki*)

Nombres comunes. Iguana de cola espinosa del Balsas, iguana del Balsas, nopilchi, nopiches (CONABIO 2022c).

Descripción. Es una especie relativamente pequeña, con machos generalmente más grandes que las hembras, en promedio los machos adultos tienen una longitud hocico-cloaca de 14.4 cm mientras que las hembras de 11.5 cm, la longitud de la cola es igual o menor que la longitud del cuerpo alcanzando así una longitud total máxima de 30 cm (Wendell 1921, Gicca 1982, Garrido & Sandoval 1992, Pérez-Ramos & Saldaña-De la Riva 2005). Además, la cola es ancha, con escamas espiníferas (escamas que presentan estructuras en forma de espinas) muy agrandadas y dispuestas en verticilos (conjunto de tres o más espinas). Presentan de 4 a 7 foros femorales los cuales se encuentran más agrandados en los machos, así como el pliegue gular, con relación al color el fondo es marrón oliva a negro con rayas y manchas clara, los machos adultos tienen negro en los lados dorsales de las patas delanteras, extendiéndose hasta la región axilar (Cuadro 8). Los juveniles son más apagados, pero de color similar a los adultos (Gicca 1982).

Cuadro 8. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de *Ctenosaura clarki*.

Características	Crías	Adultos	
		Macho	Hembra
Peso (g)	*	108.0	31.0
Longitud de la cabeza (cm)	*	3.0	3.0
Ancho de la cabeza (cm)	*	2.0	2.0
Longitud hocico-cloaca (cm)	5.75 ± 1.2	14.4 ± 0.4	11.52 ± 2
Longitud de la cola (cm)	*	10.46 ± 4.0	9.25 ± 2.0
Longitud total (cm)	*	24.86 ± 4.0	20.77 ± 2.0

Wendell 1921, Gicca 1982, Garrido & Sandoval 1992, Pérez-Ramos & Saldaña-De la Riva 2005.

Especies similares. No existen reportes de alguna otra especie de iguana que se asemeje con las características de *Ctenosaura clarki*.

Hábitos. Esta es una especie semi-arbórea (CONABIO 2022c).

Hábitat. Se encuentran en bosque seco tropical de 200 a 600 msnm. El hábitat preferido es un terreno abierto similar a una sábana con abundancia de cactus arbóreos, ramas huecas de árbol, los cactus se utilizan como retiros (Köhler 2004a).

Distribución. Endémica de Michoacán (Restringido al Valle Balsas-Tepalcatepec. El área de ocupación es menos de 2,000 km²). Sin embargo, de acuerdo al portal CONABIO (2022c) se han reportado avistamientos de la especie en el estado de Oaxaca.

2.2.6. Iguana verde (*Iguana iguana*)

Nombres comunes. Gallina de palo, iguana común, iguana verde (CONABIO 2022a).

Descripción. Ambos sexos presentan una escama grande redonda sub timpánica y una gula verde extensible, también presentan de 18 a 20 poros femorales los cuales son grandes en los machos. La coloración en los neonatos es color verde brillante con una barra aguamarina sobre las extremidades anteriores y una pigmentación oscura en los párpados, los juveniles son de color verde claro y los adultos verdes oscuro, presentan tonalidades anaranjadas en la estación reproductiva; por lo tanto, existe un cambio ontogénico en la coloración (Bock 2013). Las diferencias morfométricas de la especie que diferencia a un macho de una hembra de iguana verde se describen en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Principales características morfométricas de ejemplares en etapa de cría y adulto de *Iguana iguana*.

Características	Crías	Adultos	
		Macho	Hembra
Peso (g)	13.0 ± 4.0	11000.0 ± 3000.0	5000.0 ± 1000.0
Longitud de la cabeza (cm)	1.7 ± 0.1	10.0 ± 5.0	5.0 ± 0.7
Longitud hocico-cloaca (cm)	7.0 ± 2.0	40.0 ± 10.0	27.9 ± 3.4
Longitud de la cola (cm)	17.0 ± 4.0	115.0 ± 35.0	67.0 ± 13.0
Longitud total (cm)	24.0 ± 6.0	200.0 ± 20.0	141.0 ± 59.0

López 2008, Arcos-García *et al.* 2010, Pinacho *et al.* 2010, PROFEPA 2021b.

Especies similares. Para el área en donde se distribuye la iguana verde no se han reportado iguanas que presenten características similares y ocasione que se dificulte su identificación. Sin embargo, la iguana del Caribe (*Iguana delicatissima*) presenta aspectos similares a la especie (Breuil *et al.* 2010).

Hábitos. Es una especie diurna de costumbres: arborícolas, terrestres y ocasionalmente se le encuentra en el agua. Acostumbra salir a asolearse en los troncos o ramas de los árboles cercano a los cuerpos de agua, en caso de sentirse amenazada se lanza al agua y escapa nadando velozmente. Es una especie dócil, aunque los ejemplares grandes

tienden a morder y dan latigazos con su cola cuando son atrapados (García *et al.* 2018, Perezgrovas & Sedano 2019, CONABIO 2022a).

Hábitat. La iguana verde habita en selvas tropicales, manglares y en menor grado áreas áridas y semiáridas. Se encuentra casi siempre cerca de esteros y playas o en la rivera de ríos y lagunas, generalmente donde se encuentran troncos o ramas de árboles caídos sobre o cerca del agua. El hábitat varía dependiendo de la edad y la temporada en que se encuentren, los adultos acostumban estar en sitios arbolados, mientras que los juveniles se encuentran con mayor frecuencia en el suelo cerca de sitios arbustivos o en el pasto cerca del agua. Se distribuye desde el nivel del mar hasta cerca de los 1000 msnm (Gómez-Mora *et al.* 2012, Montealegre 2017, CONABIO 2022b).

Distribución. La iguana verde se encuentra en el Estado de México, Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz (CONABIO 2022b).

2.3 Hábitos alimenticios de *Ctenosaura pectinata*

Los hábitos alimenticios de *C. pectinata* en vida silvestre se caracterizan de acuerdo con la edad en tres tipos a) insectívora, como crías, donde los insectos son la dieta principal, b) mixto, animales juveniles, los insectos forman parte de la dieta, pero el consumo de hojas también es importante, y c) herbívora, en la edad adulta, las hojas son la parte más importante de la dieta y los insectos son consumidos raramente, se menciona que el consumo de artrópodos es mayor en épocas de abundancia y disminuye a medida que la disponibilidad es menor (Cooper & Lemon-Espinal 2001, Arcos-García & López-Pozos 2009).

La dieta de la especie está sujeta a los animales o plantas simpátricos que viven en su hábitat; debido a la amplia distribución de las iguanas en México, compiten con muchas especies por su alimento (Cruz-Sáenz *et al.* 2016). Las iguanas utilizan forrajeo activo, pero sin viajar largas distancias; aunque se ha observado, que algunas iguanas adultas incluyen en la dieta vertebrados como lagartos (iguana recién nacidas), crías de tortuga, pájaros, roedores e incluso el consumo de carroña, como es el caso de *C.*

hemilopha, el consumo de su propia piel es un evento frecuente en iguanas del género *Ctenosaura*, estos hábitos permiten que se adapten a ambientes modificados por humanos (Morales-Mávil 2016). Este tipo de consumo de alimento sugiere requerimientos de proteína y energía elevados en las primeras etapas de desarrollo de *Ctenosaura pectinata* y posteriormente disminuyen las necesidades nutricionales.

2.4 Manejo de *Ctenosaura pectinata*

Todos los reptiles requieren agua y nutrientes esenciales (proteína y energía, principalmente), pero no se han determinado los requerimientos nutricionales cuantitativos para los iguánidos (Vélez-Hernández *et al.* 2012). Las recomendaciones sobre la alimentación en reptiles que realizan los encargados de las explotaciones de las UMAs de iguanas son a partir de información que se genera a partir de observaciones del comportamiento de los hábitos alimenticios de la especie en la naturaleza y las experiencias prácticas de alimentación en cautiverio (Donoghue & McKeown 1999); sin embargo, existe muy poca información sobre las necesidades de nutrientes de las iguanas, por lo general la alimentación es *ad libitum*, porque la mayoría de los animales pueden llenar mejor sus necesidades nutricionales, y más aún si se ofrecen alimentos de diferente tipo incluyendo vegetales con diferente estado de maduración (Kirkwood 1991). De acuerdo a Choperena & Ceballos (2016) las iguanas bajo cuidado humano consumen frutas como papaya, melón, manzana, tomate, plátano, kiwi, fresa, ciruelas; así también, consume proteína animal como grillos, gusano de la harina, papilla de alimento para perro y gatos. Mientras que Arcos *et al.* (2007) señala el tipo de dieta ofrecida a las crías de iguana negra ha sido variada e incluye alimento concentrado para conejos, aves, además de flores de la región, coliflor, alfalfa, grillos, chapulines y larvas de mariposa.

2.5 Importancia del manejo nutricional de *Ctenosaura pectinata*

El conocimiento de la nutrición de la fauna silvestre constituye un aspecto de importancia en el manejo de animales, para entender la supervivencia y la productividad de las poblaciones, así como para estimar la capacidad de carga nutrimental (Zaragoza *et al.* 2004). Actualmente la Ley General de Vida Silvestre (LGVS 2018) establece que sólo a través de las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs) se permite el

aprovechamiento extractivo de ejemplares de vida silvestre, sus partes y derivados. Por lo cual las UMAs representan una oportunidad en comunidades rurales para el aprovechamiento de especies silvestres, como *Ctenosaura pectinata*. Sin embargo, una de las limitantes para la producción de esta especie, además de no contar con dietas formuladas y de bajo costo, es la lenta tasa de crecimiento (Paz-Lara *et al.* 2017). Los estudios sobre alimentación de la fauna silvestre son auxiliares para implementar programas de manejo de las especies (Lara-López & González-Romero 2002). Todavía se desconocen muchos detalles sobre la nutrición y alimentación de reptiles en vida silvestre. Además, en muchas ocasiones resulta complicado ofrecer dietas que llenen las necesidades de los reptiles mantenidos en cautividad, bien por escasez de recursos (diferentes tipos de insectos para reptiles insectívoros y omnívoros) o por falta de información sobre los requerimientos nutricionales de cada especie. Estas carencias favorecen la aparición de enfermedades nutricionales que son muy frecuentes en reptiles cautivos, pero muy raras o nunca descritas en animales en libertad (Brotóns 2001).

2.6 Características de crecimiento de *Ctenosaura pectinata*

El crecimiento corporal es una característica central de la historia de vida de cualquier organismo, es un componente importante de la adecuación biológica, ya que ésta puede determinar el tamaño corporal, la edad a la madurez sexual y la fecundidad; a la vez la tasa de crecimiento, es un reflejo de la disponibilidad de recursos del hábitat, el ambiente térmico, la capacidad de procesar el alimento y la genética del organismo (Zamora-Abrego *et al.* 2012). En un estudio realizado por Arcos-García *et al.* (2002), en donde comparan el patrón de crecimiento de la iguana negra en dos comunidades y bajo condiciones de cuidado humano, se considera que el potencial de crecimiento se vio afectado negativamente por el manejo nutricional en la comunidad de Nizanda Oaxaca, ya que se descuidó la alimentación y se registró alta mortalidad. En relación con las iguanas mantenidas en Montecillo estado de México, donde se mantuvo a las iguanas en condiciones de manejo controladas, no hubo alta mortalidad y se presentó crecimiento continuo de las iguanas.

La iguana negra tiene crecimiento continuo (menor a 2 mm por día), puesto que se ha observado desarrollo hasta los nueve años dos meses de edad (Machorro-Sámamo *et*

al. 2009) en comparación con la iguana verde (*Iguana iguana*), quien presenta crecimiento, mayor de 2 mm por día (Arcos-García *et al.* 2002).

2.7 Zona termoneutral de las iguanas

Pocos factores ambientales tienen tanta influencia en la fisiología de los ectotermos, como la temperatura, ya que afecta los parámetros fisiológicos y bioquímicos, repercutiendo en la tasa metabólica estándar (se define como el metabolismo de un animal en reposo y en ayunas a una temperatura corporal dada): la respiración, la digestión, la tasa de crecimiento, la eficiencia forrajera, la tasa de consumo de alimento, la locomoción, el comportamiento anti-predatorio y ciclo reproductivo, de tal forma que cobra especial importancia (Arias *et al.* 2008, Blasco 2015, Natera *et al.* 2015, Abdo-de la Parra 2016, Meza-Vélez 2020). La mayoría de los ectotermos dependen de fuentes externas de energía térmica, como el calor solar directo, el calor del aire (organismos heliotermos) y del sustrato (organismos trigmotermos), para regular la temperatura corporal; es decir, el principal mecanismo termorregulador es conductual, siendo las tres formas antes mencionadas los mecanismos utilizados por las iguanas para obtener calor (Woolrich-Piña *et al.* 2006, Rocha *et al.* 2009, Silveira & Cardoso 2010, Natera *et al.* 2015). Estas a su vez pueden regular la temperatura de su cuerpo con una precisión considerable ya que tienen desarrollado una termosensibilidad cutánea e hipotalámica (Daza-Pérez 2015).

La relación entre la temperatura corporal y rendimiento (ya sea del organismo como un todo o a niveles jerárquicos inferiores) puede ser explicado por la curva de rendimiento o curva de sensibilidad térmico (Figura 2). El rendimiento aumentará a medida que la temperatura aumenta hasta que alcanza un nivel máximo o también conocido como temperatura óptima, en este caso, a menudo representa como el 80% (B80) del máximo rendimiento (VMAX) (Lara-Resendiz 2017, Bicego & Gargaglioni 2020).

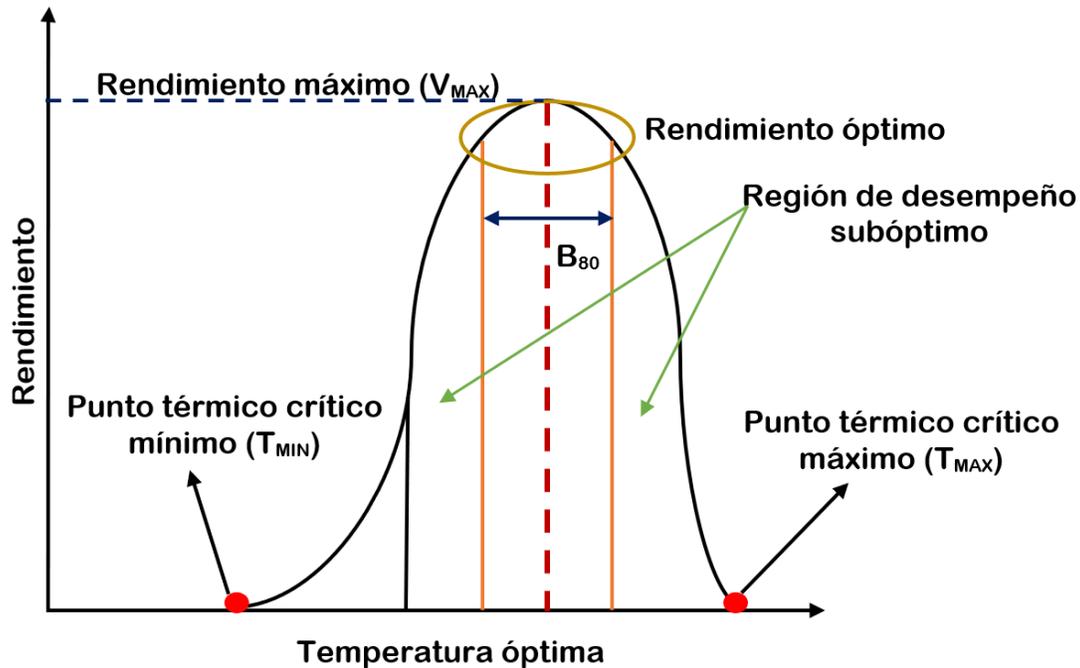


Figura 2. Curva de rendimiento hipotético en función de la temperatura corporal en reptiles. Modificado de de Bicego & Gargaglioni 2020.

La temperatura corporal durante el periodo de actividad de las iguanas es frecuentemente alta (>30°C) y relativamente constante; sin embargo, las iguanas tienen temperaturas óptimas en el rango en el cual desarrollan sus actividades (Figura 3), dentro de unos límites voluntarios, si la temperatura incrementa o disminuye por fuera de estos límites los resultados son letales para los mecanismos fisiológicos, y eventualmente el organismo muere (Navarro-García 2008, De la Ossa *et al.* 2009, Agudelo 2011). Procesos fisiológicos como la tasa metabólica estándar, generalmente se incrementa con la temperatura y por ende son más sensibles a las bajas temperaturas que cualquier otro proceso fisiológico o etológico. De acuerdo con Arcos-García *et al.* (2005a) la temperatura de comodidad para las iguanas se encuentra entre 35 a 40°C y las temperaturas críticas para su metabolismo son los extremos fuera del rango mencionado y específicamente *Ctenosaura pectinata* puede crecer adecuadamente bajo cuidado humano entre 31.5 a 35.4°C.

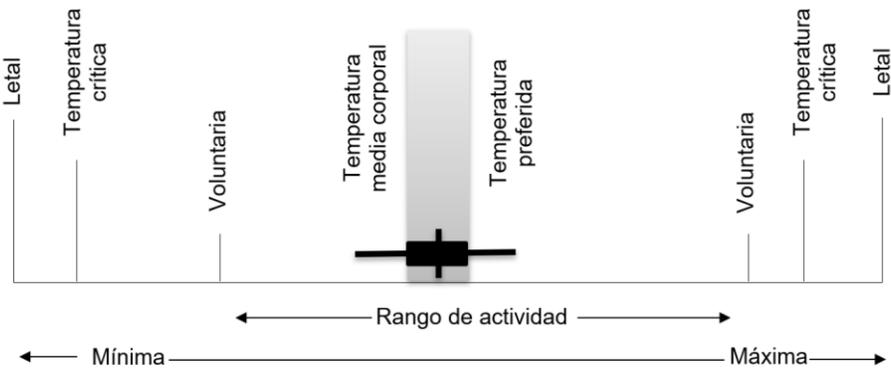


Figura 3. Perfil térmico característico de un ectotermo. Tomado de Agudelo 2011.

2.8 Condición corporal

El término “condición corporal” (CC) hace referencia al grado en que el estado fisiológico de un individuo incide en su rendimiento en aspectos como la producción, la actividad, y respuesta a las condiciones ambientales (Sánchez-Guzmán *et al.* 2018), por lo cual la condición corporal es el reflejo del estado nutricional de los animales (Correa-Orozco & Uribe-Velásquez 2010). La condición corporal óptima incide de manera positiva en el rendimiento, un exceso o disminución puede generar problemas en la supervivencia o adaptación (García 2009). La evaluación de la condición corporal es una medida, simple, repetible y de bajo costo, utilizada para estimar, principalmente, la proporción de reserva de grasa corporal en los animales (Steffen *et al.* 2022). De manera que los individuos saludables tienen mayor probabilidad de reproducirse debido a que presentan altas reservas energéticas que aquellos animales que tienen condición baja (Cedeño-Vázquez *et al.* 2011).

Los índices de condición corporal (ICC) han sido utilizados ampliamente para describir la condición física de los animales, debido a que son una herramienta útil como indicadores de variables que son difíciles de medir como el estado de salud, de nutrición e incluso se han relacionado con las historias de vida de los individuos de la población, por ejemplo, selección de pareja, extensión territorial y mortalidad (Cedeño-Vázquez *et al.* 2011). Además de que, la puntuación de los ICC es un sistema para estimar los niveles de cobertura de grasa y músculos con el fin de identificar si un animal está demasiado gordo, delgado o si tiene peso saludable (Brooke 2013). Los ICC han tenido aplicación

en estudios de conservación que involucran la cuantificación de las reservas de energía como factor crítico en procesos migratorios, de reproducción y supervivencia. Valores más elevados de esos índices se interpretan como animales con mayores reservas energéticas y proveen información predictiva sobre la capacidad potencial de adaptación al medio (Babarro & Hernández 2013).

En reptiles, evaluar el estado corporal varía según el grupo taxonómico, en lagartos se mide principalmente el peso corporal, longitud total, longitud hocico-cloaca, longitud del cráneo, perímetro de la base de la cola (Pinacho *et al.* 2010, Choperena & Mancera-Rodríguez 2016). La condición corporal en hembras reproductoras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) puede servir para monitorear la reproducción y eficiencia de las unidades de manejo, ya que las hembras más corpulentas y las más delgadas pueden presentar menor eficiencia en la producción de huevos y crías (Arcos-García *et al.* 2020).

2.9 Características digestivas de la iguana negra

Ctenosaura pectinata tiene una estructura intestinal que ayuda a que se clasifique como fermentador intestinal caudal (Arcos-García & López-Pozos 2009); por lo tanto, a lo largo de su vida se puede facilitar la tasa de crecimiento por aumento en la capacidad de aprovechar una variedad de alimentos (Durtsche 2000). La mayoría de los lacértidos no pueden comer hojas porque tienen alto contenido de celulosa, que no puede ser digerida. Los pocos linajes folívoros, de los cuales los iguánidos son el grupo más grande, tienen tabiques intestinales especializados, lo que hace que el paso del alimento sea lento; por lo tanto, proporciona el tiempo necesario para que el alimento pueda permanecer en el tracto digestivo y ser digerido (Cooper & Lemon-Espinal 2001). La digestibilidad de la fibra detergente neutro del alimento confirma que la iguana tiene la capacidad de extraer nutrientes de las paredes celulares con ayuda de las bacterias que intervienen en la fermentación de la región cólica (Rueda-Zozaya *et al.* 2011).

Las características sobresalientes de los ectotermos son su fisiología gastrointestinal y consecuentemente la utilización de calorías de manera eficiente. Los mamíferos y reptiles de tamaño similar usan diferente cantidad de calorías y nutrientes para el mantenimiento homeostático y productivo; debido a la fisiología gastrointestinal y el metabolismo energético de los reptiles, estos solo requieren aproximadamente una

décima parte de las necesidades energéticas de un mamífero (De Voe 2014). Lo anterior podría indicar que la utilización de niveles adecuados de energía, pueden generar mayor eficiencia en el crecimiento de las iguanas.

2.10 Proteína

Las proteínas son biopolímeros formados por carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, además de azufre, hierro, fósforo, cobre o zinc. Se trata de largas cadenas integradas por aminoácidos unidos uno tras otro por enlaces covalentes tipo amida (enlaces peptídicos) (Hernández & Sastre 1999). En nutrición animal como requisito para la elaboración de dietas se debe conocer la necesidad de proteína cruda o aminoácidos propias del animal (Cerdas 2013). El término proteína cruda, describe el total de los compuestos nitrogenados que contiene un alimento o forraje. Es decir es la determinación de nitrógeno total liberado por un proceso de digestión química, multiplicado por el factor de 6.25 valor que se obtiene al asumir que, en promedio, 100 g de proteína contienen 16 g de nitrógeno (López *et al.* 2006, McDonald *et al.* 2013).

Con relación a lo antes mencionado, se dice que un animal se encuentra en balance de nitrógeno, cuando la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el que aparece en heces y en orina es igual a cero. Por otra parte, si el valor de nitrógeno consumido es superior al excretado, el sujeto se encuentra en balance positivo, si elimina más de lo que ingiere está en balance negativo. Lo que estos datos indican entonces es que el animal en balance de nitrógeno está cubriendo sus necesidades de mantenimiento, mientras que el que se encuentra en balance positivo está reteniendo nitrógeno (aumentando de peso) y el de balance negativo ni siquiera llena sus necesidades mínimas y está utilizando más nitrógeno del que ingiere y por lo tanto pierde peso (McDonald *et al.* 2013, Mendoza *et al.* 2022).

En el caso de *Ctenosaura pectinata* no se conoce con exactitud la necesidad de proteína cruda (Arcos-García *et al.* 2005a, Vélez-Hernández *et al.* 2012) en comparación con las especies convencionales, en las cuales ya existen tablas con valores específicos (Ferret *et al.* 2008, De Blas *et al.* 2013, Santomá *et al.* 2018). Existen reportes como el de Arcos-García *et al.* (2005a) quienes observaron mayor ganancia de peso en las iguanas juveniles al ser alimentadas con alimento concentrado en forma de pellets para

conejos con un contenido de proteína de 15.5%. Así también, Ortiz *et al.* (2013) alimentaron crías con 21.2 % PC y adicionado con 0.3% de lisina, mostraron mayor crecimiento que los adicionados con concentraciones más bajas de lisina. Por otra parte, en estudios realizados por Zurita-Carmona *et al.* (2009) reportan un contenido de proteína cruda del 25.5% al analizar el contenido estomacal de iguanas negras adultas en vida libre, valor superior a lo reportado por Vélez-Hernández *et al.* (2012) quienes obtuvieron un valor de proteína cruda de 14.5% al analizar también contenido estomacal de iguanas negra adultas. Un estudio reciente realizado por Méndez-Sánchez *et al.* (2022) encontraron diferencias al alimentar a crías de iguana negra con diferentes niveles de proteína, siendo los ejemplares alimentados con 23% los que consumieron mayor cantidad de alimento.

2.11 Metabolismo de las proteínas

En los animales que no presentan cámaras de fermentación pre-gástrica en el aparato digestivo; por la acción de enzimas proteolíticas como pepsina o proteasa, la proteína se descompone en péptidos y aminoácidos de bajo peso molecular y se absorben en el intestino delgado. Los aminoácidos absorbidos son transportados a los tejidos del cuerpo y las proteínas se sintetizan en las células de cada tejido, y estas proteínas constituyen músculos. El exceso de aminoácidos y proteínas descompuestas se transforman en amoníaco, extracto libre de nitrógeno y ácido úrico sintetizado del amoniaco y este se excreta a través de la orina (INTA 2014, INATEC 2016). El destino metabólico de los aminoácidos es complejo, va desde la utilización como sustrato energético o gluconeogénico, hasta la síntesis de proteínas y péptidos, pasando por la síntesis de aminoácidos no esenciales o la formación de otros compuestos nitrogenados. Todos los compuestos nitrogenados del organismo proceden de los aminoácidos (Martínez & De Victoria 2006, García & López 2007). La digestión es la barrera potencial para que los péptidos tengan una aplicación real al alcanzar los tejidos donde han de ejercer su acción en concentraciones suficientes para tener un efecto biológico (Segura-Campos *et al.* 2010).

2.12 Energía

La energía se define como el potencial para realizar un trabajo y solamente se puede medir a partir de la transformación (De Lucas 2000). En nutrición animal, el valor energético de los alimentos y requerimientos, comúnmente se expresa en total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia de peso (ENg) entre otras (Elizondo-Salazar 2008a). Actualmente la formulación de dietas para algunos animales convencionales se realiza en base a la energía metabolizable (EM) aparente corregida por nitrógeno; sin embargo, la EM puede estar influenciada por factores tales como la especie, genética, edad y nivel de alimentación (Moscoso-Muños *et al.* 2020). La energía metabolizable, es la energía que está disponible para uso por el organismo en el metabolismo (Greenfield & Southgate 2003). Es decir; la energía consumida menos la energía perdida en deyecciones (en reptiles en forma conjunta); la cual no contempla la energía que se pierde como resultado de la fermentación microbiana y el metabolismo de los nutrientes (Elizondo-Salazar 2013, McDonald *et al.* 2013, Mendoza *et al.* 2022). Los valores de la energía metabolizable se calculan aplicando factores de conversión de la energía para el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y alcohol (Greenfield & Southgate 2003).

Para *Ctenosaura pectinata* no se tiene información en función de las necesidades de energía, que pueda servir de apoyo para la elaboración de dietas en las diferentes etapas de vida (Arcos-García *et al.* 2005a, Vélez-Hernández *et al.* 2012). Los reportes que existen del requerimiento de energía metabolizable son de iguanas en estado adulto, tal es el caso del estudio realizado por Vélez-Hernández *et al.* (2012) quienes al analizar cinco tractos digestivos de *Ctenosaura pectinata* en vida silvestre, reportaron un consumo de energía metabolizable de 2.193 Mcal kg⁻¹ para iguanas adultas. Dato diferente a lo reportado por Zurita-Carmona *et al.* (2009) quienes al analizar 14 contenidos estomacales de *Ctenosaura pectinata* adultas, reportaron un consumo de energía metabolizable de 2.703 Mcal kg⁻¹.

2.13 Metabolismo de la energía

Todas las leyes de la termodinámica se aplican a los animales vivos en sus sistemas de producción, debido a que no dejan de ser sistemas. La partición de la energía y los altos costos de alimentación en los animales dependen de la eficiencia y productividad de los alimentos usados para mantenimiento y crecimiento. Existen muchos factores que pueden influir sobre los requerimientos de energía entre ellos la genética, el sexo, el peso, la edad, la composición corporal, el ambiente, la actividad física, el estado de salud, la etapa productiva y reproductiva, entre otros. Debido al gran número de factores e interacciones que pueden presentarse entre ellos, es difícil lograr establecer de manera exacta y precisa los requerimientos energéticos de los animales (Elizondo-Salazar 2008a, Mendoza-Martínez *et al.* 2008) y aún más en la iguana negra en donde los estudios nutricionales son casi nulos.

La energía química total contenida en los alimentos se conoce como energía bruta o calor de combustión. Esta expresión representa la energía química almacenada en la celulosa, hemicelulosa, almidón, aminoácidos de las proteínas y ácidos grasos de las grasas. Diversas proporciones de la energía bruta se pierden en los procesos de digestión, absorción, transporte y metabolismo de los nutrientes (Von *et al.* 2007, Noblet 2010). Cuando a la energía bruta de un alimento o de una ración se le resta la que contienen las heces excretadas, al producto se le denomina energía digestible. Una vez que a esta se le sustrae la que se pierde en la orina (urea, amoníaco, ácido úrico, creatina, entre otros) y el gas, se le denomina energía metabolizable. Cuando a esta última se le resta el incremento calórico de alimentación, el producto es la energía neta, que representa la cantidad de energía que está verdaderamente disponible para cubrir los requerimientos para el mantenimiento y la producción como la ganancia de peso y producción de carne (Ku *et al.* 2014, Elizondo-Salazar 2020, Hidalgo & Valerio 2020).

Desde el punto de vista bioquímico la obtención de energía se lleva a cabo a través del proceso denominado catabolismo. Los nutrientes (glúcidos, grasas y proteínas) se degradan dando lugar a productos más sencillos como ácido láctico, dióxido de carbono o amoníaco, durante este proceso se libera energía que se almacena en forma de ATP (Trifosfato de adenosina), pero las reservas de ATP dentro de las fibras musculares son escasas, por lo tanto, el músculo necesita obtener continuamente ATP para responder a

sus necesidades energética. La fibra muscular obtiene la energía que necesita en cada momento rompiendo (hidrolizando) la molécula de ATP, de esta forma libera un radical fosfato. Así, la molécula de ATP se convierte en ADP (difosfato de adenosina) y se obtiene $7.2 \text{ kcal mol}^{-1}$, de las cuales alrededor del 20% se convierte en trabajo mecánico y el resto se disipa en forma de calor (Cervera *et al.* 2004, Arasa 2005, Koolman & Klaus-Heinrich 2005, Plaza-Díaz *et al.* 2013, Nelson & Cox 2017).

2.14 Glúcidos y metabolismo

Los carbohidratos o glúcidos, son compuestos orgánicos que contienen carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes combinaciones, con la fórmula general $C_x(H_2O)_n$ clasificándose en monosacáridos (una unidad de glúcido), oligosacáridos (de 2 a 10 unidades de glúcidos) y polisacáridos (más de 10 unidades) constituyendo una parte muy importante en la alimentación de los animales y del tejido de éstos. La glucosa es el carbohidrato de mayor importancia en la bioquímica de los animales que no tienen una cámara de fermentación, porque es el glúcido mayoritario para el metabolismo, siendo el almidón la principal fuente de energía en la dieta (Salvador 2006, Wawrzekiewicz & Colombatto 2012, Murray *et al.* 2012, Mollinedo & Benavides 2014, Hernández 2022). En general los glúcidos son las sustancias que sirven de combustibles metabólicos de la mayor parte de los organismos. Estos macronutrientes, son los que revisten mayor importancia y menor costo; proveen energía para el normal desempeño fisiológico y constituyen una fuente energética de rápido uso (Rémésy 2009, Luna-Figueroa & Uribe 2017). El metabolismo de los carbohidratos es un proceso mediante el cual la molécula de glucosa, se degrada enzimáticamente, a través de una secuencia de 10 reacciones consecutivas para dar dos moléculas de piruvato; durante la secuencia de reacciones del glucolisis la energía de la glucosa se conserva en forma de ATP (Koolman & Klaus-Heinrich 2005, Cuamatzi & Melo 2006).

2.15 Microorganismos del aparato digestivo

De acuerdo a Tracchia 2018 los saurios escamosos, orden al cual pertenece la iguana negra, presentan en la cavidad bucal y en el tubo digestivo una microbiota establecida que es importante en el proceso de digestión de la materia vegetal, ya que

convierten la celulosa no digerible en ácidos grasos volátiles que sirven de sustento para los enterocitos. Así mismo, el microbiota intestinal, que ayuda a la digestión de los alimentos, desempeña un papel clave en el balance energético de su huésped (Zhang *et al.* 2018). Sin embargo, aún no ha sido suficientemente investigada (Pawlak *et al.* 2020).

El diseño del tubo digestivo está relacionado con la dieta del organismo (Roa & Meruanes 2012), las iguanas presentan un proceso de digestión mucho más lento; en la especie *Iguana iguana* es de 150 horas cuando en un rumiante es de 60 horas, siendo la temperatura ambiental el factor desencadenante de la fermentación, ya que a diferencia de los mamíferos que pueden generar su propia fuente de calor, los reptiles tienen muy poca capacidad para producir su propio calor y aumentar su temperatura y; por lo tanto, dependen de la obtención de calor a través de la exposición solar u otras fuentes de calor, como substrato y corrientes cálidas de agua (Tracchia 2018).

Con relación a los microorganismos que habitan en el tracto digestivo de la iguana negra, existen algunas especies de protozoos, como lo es *Nyctotherus spp* (Vélez-Hernández *et al.* 2012) que forma parte del microbiota normal, en ejemplares bajo cuidado humano su densidad puede aumentar por estrés y causar enfermedad. Por otro lado, estos protozoos tienen un rol importante en la digestión de celulosa (Chávez *et al.* 2015), ya que las iguanas carecen de enzimas celulolíticas. A la importante acción del aprovechamiento de la energía de los vegetales, aparte de las bacterias celulolíticas, la presencia de nemátodos en el intestino grueso facilita el proceso de fermentación de componentes fibrosos, por medio de la prolongación del tiempo de retención de los alimentos, lo que incrementa la eficiencia digestiva (Vélez-Hernández *et al.* 2012, Córdoba *et al.* 2015). En efecto, parece que, en muchas especies de reptiles herbívoros, la población microbiana principal se encuentra en el intestino grueso, donde están acumulados una serie de alimentos que el hospedador no ha aprovechado por lo cual está comprobado que el número de microorganismo ahí presente ejerce un efecto de ayuda a la molturación y estímulo de las peristalsis digestivas (Martínez 2007).

Debido a que los estudios específicos son casi nulos sobre el microbiota de la iguana negra la cual presenta una digestión ceco-cólica; comparar animales que presentan el mismo tipo de digestión, permite comprender la digestión desde un punto de vista global. En el caso del conejo, la microflora más importante pertenece a la especie

de bacteroides, donde la actividad enzimática es la flora bacteriana del ciego es pectinolítica, seguida por enzimas del tipo hemicelulolíticas y celulolíticas (Mora-Valverde 2010). Para los caballos los cuales también presentan digestión ceco-cólica, su microflora está conformada principalmente por bacterias celulolítica (*Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* y *Fibrobacter succinogenes*), celulolíticas y fibrolíticas (*Clostridium spp.*, *Butyribrio spp.*, y *Eubacterium spp*) así como protozoos (*Buetschili*, *Cycloposthum*, *Blepharocorys* y *Paraisotricha*) (Brandi & Furtado 2009).

2.16 Productividad animal

La productividad animal se ve reflejada a través de los índices productivos (ganancia en el peso o longitud, producción de huevo o carne etc.) y reproductivos (edad a la reproducción, número de crías, peso de la crías etc.), esta permite determinar la eficiencia en la utilización de los factores de producción tales como la alimentación y el manejo, que es la manera de definir la necesidad de alterar el uso de dichos factores para incrementar el rendimiento y la contribución en la producción; aunado a que se considera que los resultados productivos y económicos en las empresas están asociados a un proceso gerencial eficiente y efectivo (Vilaboa *et al.* 2006, Nava *et al.* 2008, Ching-Jones 2017).

La productividad de los animales es afectada directa e indirectamente por el medio ambiente, específicamente por el efecto de la temperatura, humedad del aire, la radiación solar, el desplazamiento de aire, la presión y la precipitación, así como la nutrición (Hafez, 1972), sin descuidar la etología ya que aplicar este conocimiento al manejo de las especies permite incrementar la productividad de los animales y mejorar su bienestar (Ortega & Gómez 2006).

2.17 Ganancia de peso

La ganancia de peso vivo es la respuesta de los animales, principalmente ante el consumo de una ración y refleja directamente la cantidad de nutrientes que tuvo disponible durante un periodo de tiempo determinado. Mientras mayor sea la cantidad de

nutrientes que un animal tenga disponible, pueda digerir y absorber, mayor será la magnitud

del peso que gane (Álvarez *et al.* 2003, Reyes *et al.* 2010). Así también, la ganancia de peso depende de factores genéticos y ambientales. En trabajos experimentales se deben controlar aspectos como la raza, el sexo, la procedencia, el peso inicial y la edad de los animales para tener grupos uniformes (Paladines 1991, Cuartas *et al.* 2013). El aumento de peso a nivel celular se produce por tres procesos: hiperplasia (multiplicación celular), hipertrofia (aumento del tamaño de las células) y metaplasia (transformación de las células) (Agudelo *et al.* 2008). Macías-Cruz *et al.* (2013) indican la importancia de las condiciones ambientales de confort para el animal, ya que el alimento consumido es más eficientemente aprovechado para ganar peso. Para el caso de la iguana negra, Arcos-García *et al.* (2002), reportan crías recién nacidas y en condiciones óptimas bajo cuidado humano con incremento en peso de 0.30 g d^{-1} .

2.18 Crecimiento

El crecimiento animal es uno de los aspectos más importantes al momento de evaluar la productividad en las explotaciones dedicadas a la producción de carne y en algunos casos es usado como criterio de selección; sin embargo, debe tomarse en cuenta que el crecimiento no se debe exclusivamente a factores genéticos; sino también, a efectos ambientales, la fase fisiológica, la edad o el estado nutricional (Aranguren-Méndez *et al.* 2006, Agudelo *et al.* 2008, Patiño & Van Cleef 2010). El crecimiento se manifiesta como un aumento coordinado de las partes del organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie lo que requiere un gran número de procesos biológicos (Bravera *et al.* 2005, Vargas & Ulloa 2008).

De acuerdo con García-De la Peña *et al.* (2004) la tasa de crecimiento en reptiles es mayor en edades tempranas ya que a diferencia de los adultos, no invierten energía en funciones como la reproducción o la defensa de territorio, sino que la demanda de proteína y energía está asociado al crecimiento y escape de los depredadores.

2.19 Eficiencia parcial de utilización del alimento

La eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA) evalúa la cantidad de alimento destinado a la ganancia de peso sobre mantenimiento mediante una regresión de CMS vs GDP individual, donde la pendiente indica la proporción de alimento usado para ganancia de peso corporal (González & Fernández 1981). Se estima la eficiencia parcial de utilización del alimento porque el cociente de la conversión (consumo de alimento/ganancia de peso) no tiene ningún significado biológico cuando los animales están perdiendo peso (González 1980).

2.20 Digestibilidad

Para una completa evaluación del valor nutritivo de los alimentos, deben ser considerados además de la composición química; los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal; ya que no todo el alimento que consumen los animales es realmente asimilado por el organismo; un determinado porcentaje se elimina por distintos mecanismos y, por tanto, no resulta realmente útil. Con relación a lo antes mencionado, en nutrición animal, es de gran importancia considerar la digestibilidad la cual se define como la capacidad de un determinado principio inmediato de ser realmente asimilado por un animal, ya que esto denotará la cantidad real del alimento que es aprovechado por el mismo (Bochi-Brum *et al.* 1999, San Miguel 2006, Malca *et al.* 2006, Ruiz 2011).

Los ensayos de digestión permiten examinar la proporción de nutrientes absorbibles presentes en una ración, ya que la digestión incompleta representa la mayor pérdida en el proceso de la utilización de los nutrientes consumidos (Rodríguez *et al.* 2007). Para los alimentos destinados a los animales convencionales se ha utilizado la técnica de ceniza ácido insoluble (CAI) la cual se encuentra dentro de las técnicas de marcador interno (Nieves *et al.* 2008, 2011).

Con relación a la iguana negra, las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo, así como las condiciones ambientales de la región cecocólica son las que determinan las diferencias en la capacidad para digerir alimentos (Vélez & Cobos 1997). Si bien la digestibilidad de un alimento varía de acuerdo con los factores propios del alimento y para los forrajes específicamente influye el estado de madurez (McDonald

1964), existen reportes en iguana negra en donde se muestran que la digestibilidad de la materia orgánica de alimento a base de insectos es mayor en iguanas juveniles, en relación a adultos jóvenes y adultos maduros, mientras que la digestibilidad de varios vegetales tiende a ser menor en juveniles (Arcos-García *et al.* 2007), así también Arcos-García *et al.* (2021) mencionan que la digestibilidad de las dietas ofrecidas a iguana negra puede cambiar debido al porcentaje de proteína y fibra (DFN y FDA) que presentan las diferentes dietas que se les proporciona.

II. HIPÓTESIS

La utilización de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable para la alimentación de *Ctenosaura pectinata* permitirá definir la proporción y combinación adecuada de estos componentes para mejorar la productividad de la especie en cautiverio.

III. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Estudiar el comportamiento productivo de las iguanas bajo los efectos de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable en la productividad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), perteneciente a una Unidad de Manejo de vida silvestre.

4.2 Objetivos particulares

Evaluar dietas con 25.3 y 28.3 % de proteína cruda sobre la productividad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), perteneciente a una unidad de manejo de vida silvestre.

Evaluar dietas con 2.3, 2.7 y 3.1 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable sobre la productividad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), perteneciente a una Unidad de Manejo de vida silvestre.

Comparar dos métodos de digestibilidad aparente, directa e indirecta en dietas con diferentes proporciones de proteína cruda y energía metabolizable.

Obtener el punto de equilibrio energético y proteico para *Ctenosaura pectinata* perteneciente a una unidad de manejo de vida silvestre.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar (CECOREI-UMAR), perteneciente al campo experimental Bajos de Chila de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, localizado en el kilómetro 128.1 de la Carretera Federal 200, tramo Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, su localización es 15°55'23.1" de latitud norte y 97°09'05" de longitud oeste con elevación de 12 msnm (Figura 4) (Google Earth 2021), con clima A(w), que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación pluvial varía de 731.9 a 2,054 mm, con un rango de temperatura anual entre 28 a 30°C según la clasificación de Köppen adaptada por García (2004).

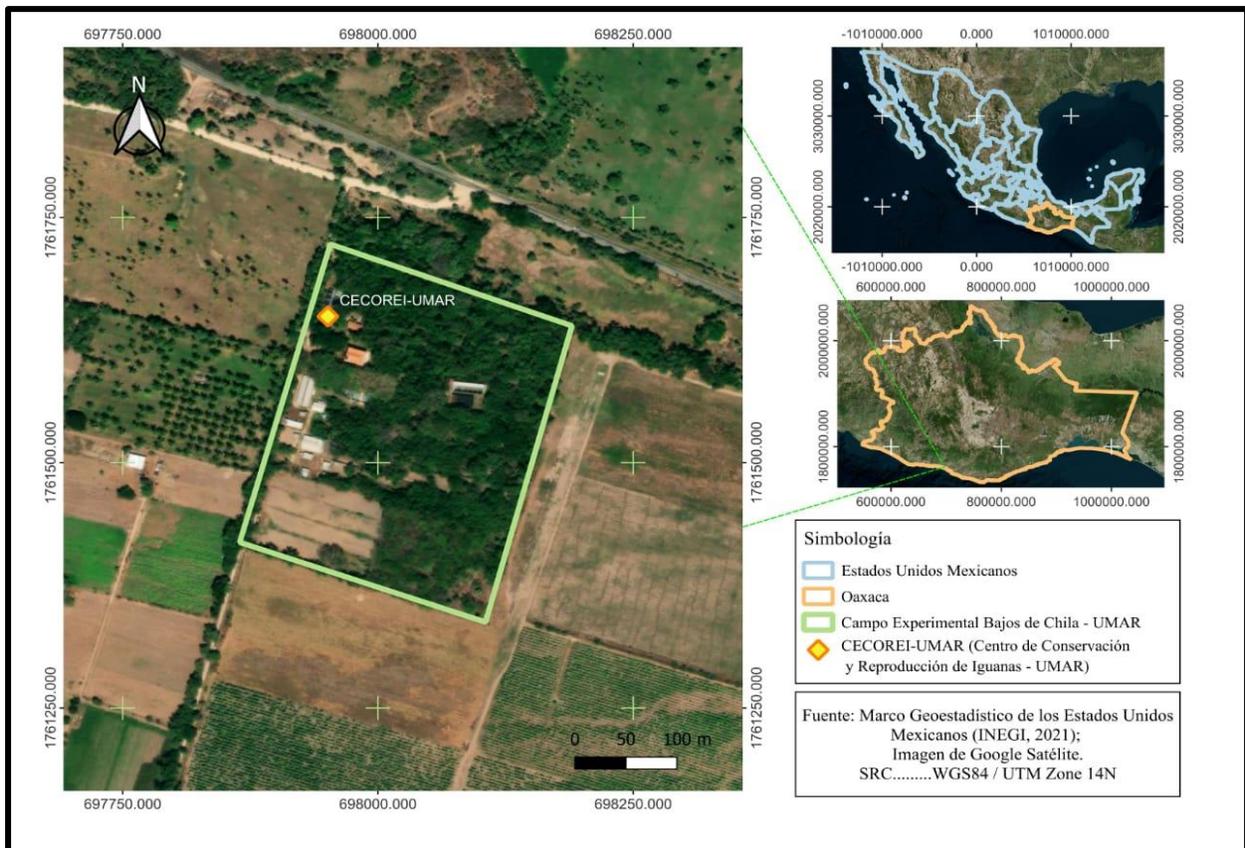


Figura 4. Mapa de la ubicación del Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar.

5.2. Ejemplares y duración del experimento

Se utilizaron 30 hembras de iguana negra en etapa juvenil, de la especie *Ctenosaura pectinata*, criadas bajo condiciones de cuidado humano: de peso de 124.35 g, longitud hocico cloaca de 16.28 cm, longitud de la cabeza de 3.5 cm, ancho de la cabeza de 1.9 cm, perímetro torácico 10.8 cm, diámetro de base de la cola 1.60 cm, diámetro de la cadera 1.89 cm, diámetro de la pierna de 1.45 cm, longitud de la pierna 3.65 cm, longitud de la pelvis 1.83 cm y longitud total de 49.4 cm, mismas se desconoce la nidada de procedencia.

Al inicio del experimento, las iguanas tuvieron una fase de adaptación a sus dietas de 15 días (10 al 25 de febrero del 2022) y 87 días del periodo experimental (26 de febrero al 21 de mayo del 2022), los cuales estuvieron dividido en tres periodos de 29 días, así como una evaluación de digestibilidad de siete días dentro del segundo periodo de evaluación, todo lo antes mencionado con la finalidad de observar minuciosamente el comportamiento de los animales.

5.3. Alojamiento

Se utilizaron jaulas de metal individuales con medidas de 45 x 45 x 45 cm (largo, ancho y alto, respectivamente) forradas con tela de criba con una apertura de malla de 0.5 cm. Las jaulas (Figura 5) contaron con un techo mixto (lámina y malla), mismo que la dividía en dos secciones: una que proporcionaba sombra y la otra que permitía el paso de la radiación del sol, así también estuvieron habilitadas con bebederos y comederos semiautomáticos. Los comederos fueron de PVC, el contenedor de 20 cm de largo y 5 cm de diámetro con una base de 13.97 cm de diámetro.

Se utilizaron tapetes de plástico los cuales se colocaron en el piso de la jaula para la colecta de heces, evitar pérdidas de alimento y asegurar que las iguanas no se lesionaran con el piso de malla.



Figura 5. Jaulas individuales para iguana.

5.4. Ambiente y alimentación

Las jaulas en las que se encontraban las iguanas se mantuvieron a la intemperie, sometidas a las condiciones ambientales del lugar, lo que permitió que las iguanas pudieran asolearse o ir a la sombra libremente para aumentar o disminuir su temperatura corporal de acuerdo a sus necesidades.

Se le proporcionó a libre acceso alimento y agua, todos los días. El alimento ofrecido a cada animal fue de acuerdo al tratamiento correspondiente. La limpieza y desinfección de las jaulas, comederos y bebederos se realizó cada siete días.

5.5. Tratamientos

Las dietas base, consistieron de alimento mezclado con: maíz, pasta de soya, heno de alfalfa, salvado, sorgo, aceite, sal, vitaminas y aminoácidos a diferentes concentraciones de proteína (25.3 y 28.3%) y energía metabolizable (2.3, 2.7 y 3.1 Mcal kg^{-1} de alimento), haciendo una combinación de seis tratamientos alimenticios (Cuadro 10). Los aminoácidos lisina, metionina y triptófano se agregaron en la misma concentración de acuerdo con las necesidades de las aves de engorda (Santomá 2018) y tomando en cuenta lo reportado por Ortiz *et al.* (2013). Las dietas fueron formuladas con el programa solver de Excel (Office 2019) y la mezcla de los componentes fue

realizada manualmente. En el Cuadro 11 se muestran los componentes correspondientes de la materia prima para la elaboración de los respectivos tratamientos.

Cuadro 10. Tratamientos en la evaluación de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹)		
	2.3	2.7	3.1
25.3	T I (25.3:2.3)	T III (25.3:2.7)	T V (25.3:3.1)
28.3	T II (28.3:2.3)	T IV (28.3:2.7)	T VI (28.3:3.1)

Cuadro 11. Composición de la materia prima utilizadas para la elaboración de las dietas alimenticias.

Tratamiento	Inclusión de materia prima en la ración (%)										
	Pasta de soya	Maíz	Sorgo	Salvado de trigo	Heno de alfalfa	Aceite	Ca:P	Met	Lys	Vit	Sal
I (25.3:2.3)	56.45	5.00	18.13	15.00	0.00	0.00	0.86:3.45	0.28	0.40	0.10	0.33
II (28.3:2.3)	59.01	23.70	5.00	6.74	0.00	0.00	0.57:3.90	0.28	0.38	0.10	0.32
III (25.3:2.7)	61.07	14.03	5.00	7.00	0.00	7.37	0.51:3.97	0.28	0.35	0.10	0.32
IV (28.3:2.7)	61.79	0.50	0.50	17.67	15.00	0.12	0.36:3.17	0.25	0.25	0.10	0.29
V (25.3:3.1)	69.57	14.37	5.00	5.88	0.00	0.00	0.64:3.71	0.24	0.17	0.10	0.32
VI (28.3:3.1)	72.57	13.44	2.00	1.00	0.00	5.72	0.42:4.04	0.24	0.14	0.10	0.33

P: fósforo. Ca: calcio. Met: metionina. Lys: lisina. Vit: vitamina.

5.6. Variables evaluadas

Promedio diario de ganancia de peso en periodos de 28 días. La ganancia de peso (mg anim⁻¹ d⁻¹) se determinó con una balanza granataria (Noval, modelo MB-2610/0.1), pesando a los animales (Figura 6) cada mes, restando al peso final el peso anterior dividido entre el número de días de prueba (Ortíz *et al.* 2013).



Figura 6. Pesaje de iguanas negra para determinar ganancia diaria promedio.

Consumo de materia seca, proteínas y energía ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$). La cantidad de alimento ingerido voluntariamente por el animal se determinó por periodos de 28 días, sobre la base del alimento ofrecido y el residuo, para lo cual se utilizó, la fórmula:

$$\text{Alimento consumido} = \text{Alimento ofrecido (mg)} - \text{Alimento rechazado (mg)}$$

Eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA): es la pendiente obtenida en la regresión entre el consumo de alimento y la ganancia de peso (Meyer & Garret.1969).

Se colectaron muestras de excretas por cada tratamiento durante 15 días (del 23 de abril al 08 de mayo del 2022) para determinar la digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca (MS), fue por medio de la utilización de datos del consumo de alimento y la cantidad de heces recolectadas, utilizando la fórmula descrita por Ruiz & Ruiz (1990).

$$\text{Digestibilidad\%} = \frac{\text{MS Consumida} - \text{MS excretada en heces}}{\text{MS Consumida}} \times 100$$

Una segunda forma en la cual se obtuvo la digestibilidad aparente fue mediante la técnica de cenizas insolubles en ácido (CIA). El porcentaje se obtuvo de la relación entre la concentración de CIA en el alimento y la concentración de CIA en las heces. En la siguiente fórmula (Osuji *et al.* 1993).

$$\text{Digestibilidad\%} = \frac{100 \text{ (CIA concentración en la dieta)}}{\text{(CIA concentración en las heces)}}$$

Cálculo de energía metabolizable: Los valores de energía metabolizable se calcularon mediante la siguiente fórmula (Mendoza *et al.* 2022).

$$\text{EM} = \frac{\text{EB} * \% \text{DME}}{100}$$

EM: Energía metabolizable

EB: Energía bruta

% DME: Porcentaje de la dieta metabolizada

Para la cual se determinó el valor de energía bruta de la dieta por medio de la bomba calorimétrica (Parr 6100 CALORIMETER) y el porcentaje de la dieta que se metaboliza (%DME), mediante la ecuación de Van Marken (1992) para iguana verde, siendo el porcentaje de digestibilidad de la dieta el obtenido previamente por la técnica de cenizas insolubles en ácido:

$$\% \text{ EM} = -13.199 + 1.055(\% \text{ Digestibilidad}).$$

Promedio diario de crecimiento longitudinal (μm). Se determinó cada mes de acuerdo a la fórmula de Ortiz *et al.* (2013):

$$\text{PDCL} = \frac{\text{(Medición final)} - \text{(Medición anterior)}}{\text{(Número de días de evaluación)}}$$

Para la medición de longitud de las iguanas se utilizó un vernier digital (CALIPER 0-150 mm \pm 0.1 mm) y una cinta métrica (marca DAVEVY \pm 0.1 mm) para cada variable.

Longitud hocico-cloaca (LHC, μm): Se determinó con una cinta métrica midiendo desde la apertura cloacal hasta la punta del hocico, cada 28 días (Figura 7) (Arcos-García *et al.* 2010, Felix 2016).

Longitud total (LT, μm): Fue determinada cada 28 días mediante una cinta métrica, midiendo desde la punta del hocico hasta la punta de la cola (Figura 8) (Arcos-García *et al.* 2010).

Longitud de la cabeza (LC, μm): Se determinó cada 28 días con ayuda de un vernier midiendo la distancia entre la punta del hocico hasta el margen anterior de la apertura del oído (Figura 9) (Arcos-García *et al.* 2010, Felix 2016).

Ancho de cabeza (μm): Se determinó cada 28 días mediante la medición que existe entre el oral ricti; se midió, el ancho entre la comisura izquierda y derecha del hocico (Figura 10) (Félix 2016).



Figura 7. Longitud hocico-cloaca.



Figura 8. Longitud total.



Figura 9. Longitud de la cabeza.



Figura 10. Ancho de cabeza.

Perímetro torácico (μm): Se determinó cada 28 días mediante la medición del tórax iniciando desde el punto más declive de la cruz pasando por el costado derecho, esternón (inmediatamente por detrás de la articulación del codo), costado izquierdo y terminado de nuevo en la cruz (Figura 11) (Herrera & Luque 2006).

Perímetro abdominal (μm): Se determinó cada 28 días midiendo alrededor del abdomen con una cinta métrica (Figura 12) (Contreras *et al.* 2020).



Figura 11. Perímetro torácico.



Figura 12. Perímetro abdominal.

Diámetro (μm) de la base de la cola (Félix 2016). Se determinó cada 28 días por la medición a todo el contorno de la base de la cola (Figura 13).

Diámetro (μm) de cadera (Félix 2016). Se determinó cada 28 días midiendo el contorno de la cadera justo en la zona donde se une con las extremidades posteriores (Figura 14).



Figura 13. Diámetro de la base de la cola.



Figura 14. Diámetro de la cadera.

Diámetro (μm) de pierna (Félix 2016). Se determinó cada 28 días con una cinta métrica rodeando la parte media de la pierna (Figura 15).

Longitud (μm) de la pierna. Esta se determinó cada 28 días mediante la medición de la rodilla hasta la flexión de la pata (Félix 2016) (Figura 16).



Figura 15. Diámetro de la pierna.



Figura 16. Longitud de la pierna.

Longitud (μm) de pelvis (Félix 2016). Se determinó cada 28 días midiendo la parte superior de las extremidades posteriores, justo en el coxis (Figura 17).



Figura 17. Longitud de la pelvis.

Volumen del cuerpo (cm³). Se determinó en tres periodos, la primera medición al inicio de la experimentación, la segunda a mitad de la experimentación y la tercera al final de la experimentación. Esta medida se obtuvo mediante la metodología de Núñez (2021).

Se evaluó la condición corporal de las hembras de acuerdo con la metodología de Arcos-García *et al.* (2020), mediante la fórmula:

$$\text{Condición corporal} = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Volumen (ml)}}$$

5.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados, con arreglo factorial 2 x 3, donde el primer factor fue los dos niveles de proteína cruda (25.3 y 28.3%) y el segundo factor, consistió en los tres niveles de energía metabolizable (2.3, 2.7 y 3.1 Mcal kg⁻¹), la combinación de los dos factores generó 6 tratamientos, cada tratamiento tuvo cinco repeticiones. El criterio de bloqueo estuvo dado por el peso de las iguanas; posteriormente al evaluar los tratamientos a través del análisis de varianza y observar diferencias se empleó la prueba de Tukey (SAS 2010) para observar si existían diferencias. También se realizó un análisis de correlación entre las variables, regresión lineal simple entre el consumo diario de proteína, energía vs comportamiento diario del peso y digestibilidad vs consumo diario de materia seca (SAS 2010, Arcos-García *et al.* 2020).

V. RESULTADOS

6.1. Periodo de evaluación de los 0 a 28 días

En los primeros 28 días de prueba, los factores energía metabolizable (EM), proteína cruda (PC) y la interacción EM*PC no afectaron ($P>0.05$) las variables del peso, las longitudes y el consumo de alimento (Cuadro 12).

Cuadro 12. Energía metabolizable y proteína cruda como factor que influye sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 28 días de tratamiento.

Variables	Factores			F ¹
	Energía metabolizable	Proteína cruda	Energía metabolizable *Proteína cruda	
Peso	0.29	0.98	0.45	0.86
Longitud de la cabeza	0.36	0.93	0.91	0.47
Ancho de la cabeza	0.68	0.12	0.09	1.77
Longitud hocico cloaca	0.29	0.40	0.49	0.95
Longitud total	0.44	0.61	0.50	0.68
Perímetro del tórax	0.39	0.43	0.68	0.67
Perímetro abdominal	0.18	0.84	0.15	1.58
Diámetro de base de la cola	0.15	0.53	0.58	1.13
Diámetro de la cadera	0.09	0.37	0.46	1.51
Diámetro de la pierna	0.39	0.35	0.38	0.98
Longitud de la pierna	0.41	0.26	0.44	0.98
Longitud de la pelvis	0.13	0.33	0.06	2.40
Consumo diario de materia seca	0.16	0.85	0.38	1.19
Consumo diario de proteína	0.11	0.73	0.34	1.43
Consumo diario de energía metabolizable	0.18	0.85	0.35	1.19

¹F: Valor de F calculado.

En el Cuadro 13 se observa que los datos son similares ($P>0.05$) las pérdidas o ganancias de la variable peso ($-25.5 \text{ mg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$), y de las variables de crecimiento: largo de la cabeza ($11.89 \text{ } \mu\text{m animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$), ancho de la cabeza ($15.31 \text{ } \mu\text{m animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$), longitud hocico cloaca ($29.76 \text{ } \mu\text{m animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$), longitud total ($-118.80 \text{ } \mu\text{m animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y perímetro del tórax ($123.80 \text{ } \mu\text{m animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Cuadro 13. Características morfométricas de iguana negra por efecto de diferentes niveles de proteína cruda y energía a los 28 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Peso ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)				
		Largo cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax
I (25.3:2.3)	-146.40	8.79	9.86	0.00	29.30	21.40
II (28.3:2.3)	-150.00	11.79	12.64	0.00	-285.70	100.00
III (25.3:2.7)	261.40	19.93	19.71	21.43	114.30	214.30
IV (28.3:2.7)	18.60	16.50	16.71	157.14	250.00	185.70
V (25.3:3.1)	-185.00	7.86	0.21	0.00	-792.90	35.70
VI (28.3:3.1)	48.60	6.50	32.71	0.00	-27.90	185.70
Promedio	-25.48	11.89	15.31	29.76	-118.80	123.80
Probabilidad	0.44	0.83	0.16	0.48	0.66	0.55
EEM	74.30	3.01	3.54	26.31	180.95	40.33

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

En el cuadro 14, se observa que no existen diferencias ($P>0.05$) en las variables perímetro del abdomen, diámetro de la base de la cola, diámetro de la cadera, diámetro de la pierna, longitud de la pierna y longitud de la pelvis; sin embargo, se observa que el tratamiento tres fue el único que no exhibió valores negativos para la variable perímetro del abdomen, mientras que el tratamiento dos fue el que causó pérdidas en la variable diámetro de la cadera, para el caso de las iguanas con el tratamiento uno la pérdida en el diámetro de la pierna fue notable.

Cuadro 14. Características morfométricas de iguana negra por efecto de la combinación de proteína y energía metabolizable a los 28 días de tratamiento

Tratamiento (PC:EM)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)					
	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis
I (25.3:2.3)	-300.00	208.86	17.93	-701.40	5.00	10.21
II (28.3:2.3)	-142.90	175.29	-2.07	12.70	24.86	-13.36
III (25.3:2.7)	71.40	233.21	76.86	27.60	5.64	81.07
IV (28.3:2.7)	-142.90	226.57	32.86	1.40	5.64	9.14
V (25.3:3.1)	-214.30	193.86	7.07	4.10	3.43	4.79
VI (28.3:3.1)	-107.10	202.43	20.64	8.10	6.50	46.14
Promedio	-139.29	206.70	25.55	-107.92	8.51	23.00
Probabilidad	0.14	0.22	0.20	0.47	0.42	0.08
EEM	42.26	8.28	9.65	119.60	3.32	10.10

EEM: error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

En el cuadro 15, se observa que durante los primeros 28 días de prueba no existieron diferencias ($P>0.05$) en el consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable.

Cuadro 15. Consumo voluntario de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferente niveles de proteína cruda y energía metabolizable durante los 0-28 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Variables		
	Consumo de materia seca (mg d^{-1})	Consumo de proteína cruda (mg d^{-1})	Consumo de energía metabolizable (Mcal d^{-1})
I (25.3:2.3)	561.20	162.36	1.78
II (28.3:2.3)	326.80	97.19	1.03
III (25.3:2.7)	734.60	252.11	2.32
IV (28.3:2.7)	714.80	210.53	2.20
V (25.3:3.1)	415.50	134.83	1.28
VI (28.3:3.1)	600.30	201.30	1.92
Promedio	558.83	176.39	1.76
Probabilidad	0.30	0.210	0.29
EEM	61.64	19.823	0.19

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

6. 2. Periodo de evaluación de los 29 a 59 días

El factor energía metabolizable influenció ($P < 0.05$) en el diámetro de la base de la cola ($P < 0.05$, $F = 2.27$). El factor proteína cruda no afectó ($P > 0.05$) a las variables en estudio. Tampoco hubo interacción ($P > 0.05$) energía metabolizable*proteína cruda (Cuadro 16).

No existen diferencias ($P > 0.05$) en las variables peso, largo y ancho de la cabeza, longitud hocico cloaca y total, así como en el perímetro del tórax. El tratamiento uno siguió mostrando un comportamiento negativo en la variable peso, así como el tratamiento cinco para la variable longitud total (Cuadro 17).

Cuadro 16. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 59 días de tratamiento.

Variables	Factores			
	Energía metabolizable	Proteína cruda	Energía metabolizable* Proteína cruda	F ¹
Peso	0.53	0.70	0.60	0.50
Longitud de la cabeza	0.61	0.46	0.09	1.40
Ancho de la cabeza	0.90	0.74	0.43	0.42
Longitud hocico cloaca	0.18	0.92	0.32	1.19
Longitud total	0.47	0.38	0.96	0.48
Perímetro del tórax	0.63	0.20	0.27	1.08
Perímetro abdominal	0.84	0.35	0.19	0.98
Diámetro de base de la cola	0.02	0.17	0.86	2.27
Diámetro de la cadera	0.72	0.96	0.76	0.24
Diámetro de la pierna	0.55	0.40	0.75	0.51
Longitud de la pierna	0.55	0.36	0.12	1.34
Longitud de la pelvis	0.79	0.54	0.39	0.57
Consumo diario materia seca	0.45	0.52	0.76	0.52
Consumo diario de proteína	0.24	0.40	0.90	0.80
Consumo diario de energía metabolizable	0.49	0.53	0.77	90.48

F¹: valor de F calculado.

Cuadro 17. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 59 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Peso (mg anim ⁻¹ d ⁻¹)	Pérdida o ganancia (μm anim ⁻¹ d ⁻¹)				
		Largo cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax
I (25.3:2.3)	-111.40	0.00	3.27	0.00	135.00	21.40
II (28.3:2.3)	153.60	24.21	13.36	0.00	557.10	114.30
III (25.3:2.7)	231.40	51.57	7.93	78.57	42.90	107.10
IV (28.3:2.7)	106.40	0.00	3.86	35.71	243.60	-78.60
V (25.3:3.1)	217.90	12.14	6.93	0.00	-307.10	271.40
VI (28.3:3.1)	257.10	9.36	5.50	50.00	-22.10	-14.30
Promedio	142.50	16.21	6.81	27.38	108.21	70.23
Probabilidad	0.80	0.31	0.75	0.19	0.78	0.39
EEM	75.02	6.96	2.19	12.54	161.47	48.65

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg⁻¹).

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) durante la evaluación de los tratamientos alimenticios en las variables perímetro del abdomen, diámetro de la base de la cola, cadera, pierna, así como en la longitud de la pierna y la pelvis. Sí bien no existieron diferencias estadísticas, durante este periodo de evaluación todas las iguanas de los diferentes tratamientos mostraron pérdidas en el perímetro del abdomen (Cuadro 18).

Cuadro 18. Cambios en los parámetros morfométricos en la iguana negra por efecto de la dieta en los niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 59 días de tratamiento.

Tratamiento (PC:EM)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)					
	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis
I (25.3:2.3)	-357.10	201.57	30.79	-8.50	0.00	-18.43
II (28.3:2.3)	-171.40	179.14	46.36	5.79	41.50	37.64
III (25.3:2.7)	-107.10	273.71	9.64	15.07	56.14	18.79
IV (28.3:2.7)	-307.10	232.86	22.43	12.86	23.43	-3.36
V (25.3:3.1)	-35.70	255.43	31.14	4.29	4.50	21.36
VI (28.3:3.1)	-335.70	239.43	6.64	29.07	39.57	29.64
Promedio	-219.04	230.36	24.50	9.76	27.52	14.27
Probabilidad	0.43	0.06	0.94	0.74	0.35	0.77
EEM	54.89	10.41	11.46	6.88	8.06	11.00

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

En el Cuadro 19 se puede observar que durante los 59 días de prueba no hubo diferencias ($P>0.05$) en los tratamientos alimenticios, en las variables, en el consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable.

Cuadro 19. Consumo voluntario de la iguana negra, por efecto de diferentes dietas a base de proteína cruda y energía metabolizable durante los 29-59 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Variables		
	Consumo de materia seca (mg d^{-1})	Consumo de proteína (mg d^{-1})	Consumo de energía (Mcal d^{-1})
I (25.3:2.3)	964.20	278.97	3.06
II (28.3:2.3)	674.40	200.61	2.14
III (25:2.7)	1079.70	370.56	3.41
IV (28.3:2.7)	1105.30	325.56	3.41
V (25.3:3.1)	1033.60	335.50	3.18
VI (28.3:3.1)	952.40	319.38	3.05
Promedio	986.27	305.10	3.04
Probabilidad	0.37	0.16	0.42
EEM	84.60	26.43	0.26

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

6. 3. Periodo de evaluación de los 60 a 87 días

En el cuadro 20, se observa que en el tercer mes de prueba (87 días) el factor energía metabolizable influyó nuevamente sobre el perímetro abdominal ($P < 0.05$, $F = 1.88$) y la longitud de la pierna ($P < 0.05$, $F = 1.61$).

Cuadro 20. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 87 días de tratamiento.

Variables	Factores			F ¹
	Energía metabolizable	Proteína cruda	Energía metabolizable *Proteína cruda	
Peso	0.48	0.18	0.27	1.25
Longitud de la cabeza	0.07	0.12	0.86	1.76
Ancho de la cabeza	0.62	0.84	0.65	0.37
Longitud hocico cloaca	0.74	0.14	0.55	0.83
Longitud total	0.75	0.06	0.65	1.05
Perímetro del tórax	0.40	0.65	0.74	0.55
Perímetro abdominal	0.04	0.53	0.44	1.88
Diámetro de base de la cola	0.27	0.86	0.78	0.70
Diámetro de la cadera	0.86	0.53	0.27	0.69
Diámetro de la pierna	0.36	0.03	0.36	1.87
Longitud de la pierna	0.04	0.82	0.68	1.61
Longitud de la pelvis	0.69	0.79	0.68	0.32
Consumo de materia seca	0.25	0.96	0.93	0.61
Consumo de proteína	0.21	0.84	0.98	0.70
Consumo diario de energía metabolizable	0.26	0.95	0.94	0.59

F¹= valor de F calculado.

Aun cuando no existen diferencias ($P > 0.05$) en las variables peso, largo de la cabeza, ancho de la cabeza, longitud hocico cloaca, longitud total y perímetro del tórax, las iguanas con el tratamiento uno, siguieron mostrando pérdidas en su peso y longitud total (Cuadro 21).

En el Cuadro 22 se observa que fueron similares ($P > 0.05$) las pérdidas o ganancias de las variables perímetro del abdomen ($-384.52 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$), diámetro de la base de

la cola ($187.11 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$), diámetro de la cadera ($-45.73 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$), diámetro de la pierna ($-22.30 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$), longitud de la pierna ($26.52 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$) y longitud de la pelvis ($-24.08 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$).

Cuadro 21. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Peso ($\text{mg anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)				
		Largo cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax
I (25.3:2.3)	-335.70	2.36	0.00	0.00	-1342.90	-92.90
II (28.3:2.3)	264.30	10.79	3.93	100.00	221.40	-164.30
III (25.3:2.7)	135.70	24.07	7.93	71.43	-392.90	35.70
IV (28.3:2.7)	285.70	42.29	4.14	71.43	135.70	-50.00
V (25.3:3.1)	157.10	21.29	4.00	0.00	-585.70	-135.70
VI (28.3:3.1)	100.00	42.57	6.00	71.43	135.70	-85.70
Promedio	101.19	23.89	4.33	52.38	-304.76	-82.14
Probabilidad	0.35	0.61	0.84	0.55	0.41	0.76
EEM	84.36	5.33	1.66	18.58	241.80	37.24

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

Cuadro 22. Cambios en los parámetros morfométricos en la iguana negra por efecto de la dieta en los niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.

Tratamiento (PC:EM)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)					
	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis
I (25.3:2.3)	-485.70	153.71	-74.86	-42.43	0.00	-27.21
II (28.3:2.3)	-507.10	173.21	-28.86	-0.93	10.57	-17.00
III (25.3:2.7)	-214.30	206.07	-51.07	-22.00	25.93	-25.21
IV (28.3:2.7)	-364.30	187.21	-39.14	-5.79	24.57	-9.57
V (25.3:3.1)	-392.90	206.93	-27.86	-35.36	58.29	-25.64
VI (28.3:3.1)	-342.90	195.50	-52.57	-27.29	39.79	-39.86
Promedio	-384.52	187.11	-45.73	-22.30	26.52	-24.08
Probabilidad	0.15	0.41	0.68	0.18	0.17	0.91
EEM	33.93	9.84	8.48	5.22	7.02	6.90

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg⁻¹).

No se encontraron diferencia estadística (P>0.05) por efecto de los tratamientos alimenticios en las variables consumo (materia seca, proteína cruda y energía) (Cuadro 23).

Cuadro 23. Consumo voluntario de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable durante los 60-87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Variables		
	Consumo de materia seca (mg d ⁻¹)	Consumo de proteína (mg d ⁻¹)	Consumo de energía metabolizable (Mcal d ⁻¹)
I (25.3:2.3)	904.90	261.80	2.87
II (28.3:2.3)	696.50	207.20	2.21
III (25.3:2.7)	1404.40	482.00	4.44
IV (28.3:2.7)	1555.30	458.10	4.79
V (25.3:3.1)	800.20	259.70	2.46
VI (28.3:3.1)	798.10	267.60	2.56
Promedio	1026.54	322.74	3.22
Probabilidad	0.62	0.55	0.64
EEM	181.54	55.42	0.57

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg⁻¹).

6. 4. Prueba de digestibilidad

No se encontró efecto ($P>0.05$) de los factores, no hubo interacción con relación a las variables morfológicas durante el periodo de análisis para la digestibilidad. No obstante, la digestibilidad calculada por cenizas insolubles en ácido, mostró efecto ($P<0.05$) interactivo de la energía metabolizable proteína cruda, mientras que el factor energía metabolizable mostró efecto ($P<0.05$) sobre la digestibilidad aparente de la materia seca (Cuadro 24).

Cuadro 24. Energía metabolizable y proteína cruda como factor que influye sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra (prueba de digestibilidad con duración de 14 días).

Variables	Factores			F ¹
	Energía metabolizable	Proteína cruda	Energía metabolizable* Proteína cruda	
Peso	0.93	0.72	0.22	0.70
Longitud de la cabeza	0.46	0.51	0.65	0.58
Ancho de la cabeza	0.10	0.13	0.10	2.50
Longitud hocico cloaca	0.69	0.27	0.15	1.22
Longitud total	0.76	0.07	0.71	0.95
Perímetro del tórax	0.17	0.78	0.62	0.98
Perímetro abdominal	0.16	0.92	0.17	1.55
Diámetro de base de la cola	0.45	0.93	0.73	0.46
Diámetro de la cadera	0.38	0.23	0.09	1.76
Diámetro de la pierna	0.10	0.89	0.07	2.23
Longitud de la pierna	0.21	0.74	0.98	0.70
Longitud de la pelvis	0.44	0.96	0.63	0.53
Consumo de materia seca	0.72	0.63	0.76	0.29
Consumo de proteína	0.56	0.54	0.60	0.52
Consumo de energía metabolizable	0.74	0.64	0.71	0.31
Digestibilidad aparente de la MS	0.01	0.13	0.69	0.06
Digestibilidad (CIA)	0.14	0.19	0.03	0.05

CIA: cenizas ácido insoluble, MS: materia seca, F¹= valor de F calculada. n=30 ($p>0.005$)

No se encontró diferencias estadísticas ($P>0.05$) en las variables peso, largo de la cabeza, ancho de la cabeza, longitud hocico cloaca, longitud total y perímetro del tórax.

A pesar de ello, las variables ancho de la cabeza y longitud hocico cloaca fueron las que no mostraron crecimiento (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comportamiento de las variables morfométricas de iguana negra alimentadas con diferentes niveles de proteína y energía metabolizable (prueba de digestibilidad con duración de 14 días).

Tratamientos (PC:EM)	Peso (mg anim ⁻¹ d ⁻¹)	Pérdida o ganancia (µm anim ⁻¹ d ⁻¹)				
		Largo cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax
I (25.3:2.3)	-628.60	0.00	0.00	0.00	-2414.00	-185.70
II (28.3:2.3)	200.00	6.57	7.86	157.14	357.00	-142.90
III (25.3:2.7)	200.00	29.29	0.00	71.43	-643.00	214.30
IV (28.3:2.7)	-342.90	24.29	0.00	0.00	256.00	71.40
V (25.3:3.1)	-142.90	0.00	0.00	0.00	-1214.00	-300.00
VI (28.3:3.1)	-85.70	29.29	0.00	71.43	314.00	-71.40
Promedio	-133.33	14.91	1.31	50.00	-557.38	-69.04
Probabilidad	0.62	0.67	0.07	0.33	0.48	0.41
EEM	152.73	7.33	0.93	23.76	461.61	76.46

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg⁻¹).

Fueron similares ($P > 0.05$) las variables perímetro del abdomen (-688.09 µm anim⁻¹ d⁻¹), diámetro de la base de la cola (373.50 µm anim⁻¹ d⁻¹), diámetro de la cadera (-69.95 µm anim⁻¹ d⁻¹), diámetro de la pierna (-0.69 µm anim⁻¹ d⁻¹), longitud de la pierna (35.93 µm anim⁻¹ d⁻¹) y longitud de la pelvis (-36.52 µm anim⁻¹ d⁻¹). Durante este periodo de evaluación el tratamiento seis comenzó a tener pérdidas en el diámetro de la pierna de los ejemplares (Cuadro 26).

Con relación al consumo, durante la prueba de digestibilidad no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) de materia seca (1002.52 mg d⁻¹), proteína (316.73 mg d⁻¹), energía (3.15 Mcal kg⁻¹d⁻¹), así como tampoco en el porcentaje de digestibilidad mediante la técnica cenizas insolubles en ácido (80.26%) y digestibilidad aparente (63.83%) (Cuadro 27).

Cuadro 26. Características morfométricas de iguana negra. Efecto de la combinación en el alimento de proteína y energía metabolizable (prueba de digestibilidad de 14 días).

Tratamiento (PC: EM)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)					
	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis
I (25.3:2.3)	-971.40	324.71	-157.14	-46.29	0.00	-28.43
II (28.3:2.3)	-642.90	352.00	-14.57	8.00	10.86	-3.29
III (25.3:2.7)	-342.90	406.14	-71.43	30.14	24.57	-40.14
IV (28.3:2.7)	-657.10	358.14	-101.14	12.86	40.00	-73.00
V (25.3:3.1)	-728.60	395.00	-41.14	10.86	68.57	-42.71
VI (28.3:3.1)	-785.70	405.00	-34.29	-19.71	71.57	-31.57
Promedio	-688.09	373.50	-69.95	-0.69	35.93	-36.52
Probabilidad	0.19	0.70	0.23	0.11	0.59	0.73
EEM	70.97	19.25	17.16	8.28	14.10	12.17

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

Cuadro 27. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de proteína y energía metabolizable en la dieta para iguana negra, sobre el consumo de alimento, durante la prueba de digestibilidad con duración de 14 días.

Tratamientos (% PC: EM)	Consumo			Digestibilidad	
	Materia seca (mg d^{-1})	Proteína cruda (mg d^{-1})	Energía metabolizable (Mcal d^{-1})	CIA (%)	Aparente (%)
I (25.3:2.3)	1025.50	296.70	3.25	83.34	70.13
II (28.3:2.3)	761.10	226.40	2.41	79.84	66.64
III (25.3:2.7)	1292.70	443.60	4.09	77.62	56.31
IV (28.3:2.7)	1014.10	298.70	3.13	80.40	51.45
V (25.3:3.1)	884.30	287.00	2.72	81.84	75.13
VI (28.3:3.1)	1037.40	347.90	3.32	78.53	63.28
Promedio	1002.52	316.73	3.15	80.26	63.82
Probabilidad	0.90	0.73	0.89	0.06	0.07
EEM	125.76	39.58	0.40	0.35	2.63

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}) CIA: Cenizas insolubles en ácido.

Se obtuvieron dos ecuaciones de predicción (Figura 18): digestibilidad aparente (%) de la materia seca dada por $y = 58.35 + 0.01$ (consumo de materia seca), $P = 0.40$, $R^2 = 0.04$ y digestibilidad (%) calculada mediante el uso de marcadores $y = 81.44 - 0.003$ (Consumo de materia seca), $P = 0.44$, $R^2 = 0.03$.

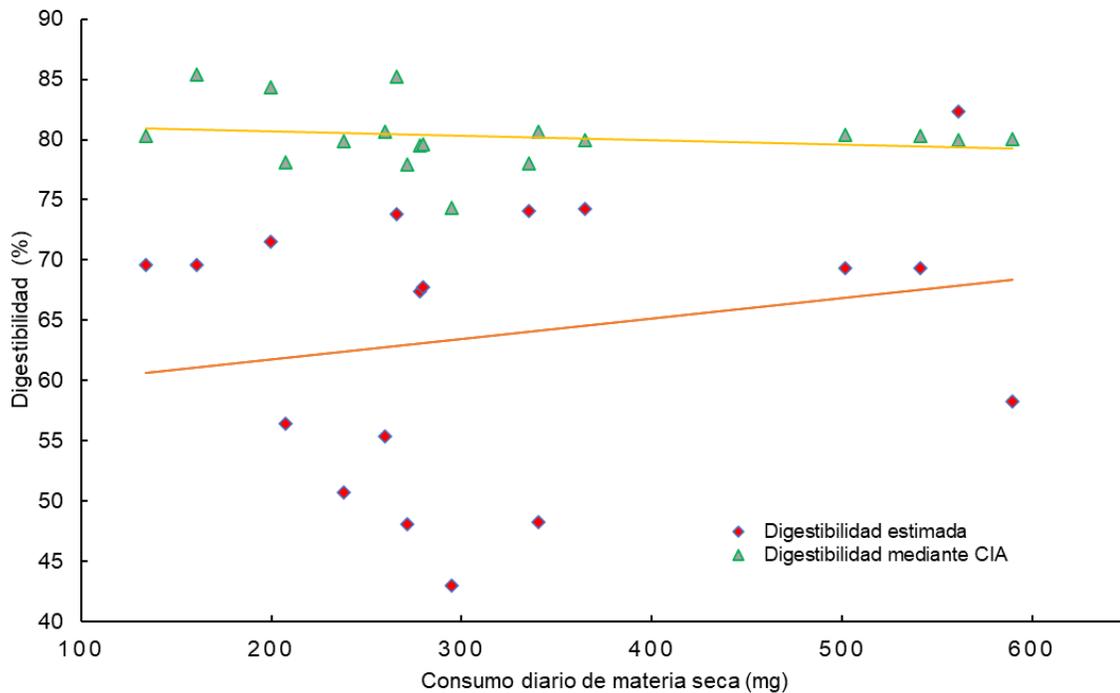


Figura 18. Estimación de la digestibilidad aparente de la materia seca y la digestibilidad obtenida mediante cenizas insolubles en ácido (CIA).

6. 5. Evaluación productiva

Para el análisis general de las variables durante toda la experimentación el factor energía metabolizable (2.7 Mcal kg^{-1}) influyó sobre la variable longitud de la cabeza ($P=0.04$, $F=2.33$) y el factor proteína cruda sobre las variables ancho de la cabeza ($P=0.05$, $F=2.67$) y la longitud total ($P=0.04$, $F=1.38$); por otro lado, la interacción de los factores energía metabolizable y proteína cruda tuvo efecto sobre la variable ancho de la cabeza ($P=0.03$, $F=2.67$) (Cuadro 28).

Cuadro 28. Energía metabolizable y proteína cruda como factores que influyen sobre los parámetros relacionados con la productividad en iguana negra a los 87 días de tratamiento.

Variables	Factores			F ¹
	Energía metabolizable	Proteína cruda	Energía metabolizable *Proteína cruda	
Peso	0.23	0.38	0.40	1.16
Longitud de la cabeza	0.04	0.72	0.14	2.33
Ancho de la cabeza	0.54	0.05	0.03	2.67
Longitud hocico cloaca	0.09	0.13	0.98	1.57
Longitud total	0.47	0.04	0.82	1.38
Perímetro del tórax	0.52	0.52	0.54	0.61
Perímetro abdominal	0.19	0.46	0.31	1.32
Diámetro de base de la cola	0.17	0.67	0.33	1.28
Diámetro de la cadera	0.53	0.87	0.47	0.57
Diámetro de la pierna	0.37	0.28	0.35	1.09
Longitud de la pierna	0.35	0.37	0.14	1.47
Longitud de la pelvis	0.41	0.99	0.21	1.05
Consumo de materia seca	0.12	0.75	0.72	1.08
Consumo de proteína cruda	0.07	0.59	0.79	1.33
Consumo de energía metabolizable	0.14	0.75	0.71	1.03
	Efecto de energía metabolizable (Mcal kg^{-1})			
	2.3	2.7	3.1	
Longitud de la cabeza	9.32 ^b	34.84 ^a	16.04 ^{ab}	
	Proteína cruda (%)			
	25.3		28.3	
Longitud total	-33.26 ^b		12.96 ^a	

F¹= valor de F calculado.

En el cuadro 29 se observa que los tratamientos evaluados produjeron las mismas ($P>0.05$) ganancias o pérdidas de peso, ancho de la cabeza, longitud hocico cloaca, longitud total y perímetro del tórax. Sin embargo, el largo de la cabeza fue mayor ($P\leq 0.5$) en el tratamiento III, con relación al tratamiento I, con valores de 30.8 y 3.6 $\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$ respectivamente.

Cuadro 29. Características morfométricas de iguana negra alimentada con diferentes niveles de proteína cruda y energía a los 87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Peso ($\text{mg anim}^{-1}\text{d}^{-1}$)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)				
		Largo cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax
I (25.3:2.3)	-191.00	3.59 ^b	4.23	0.00	-379.3	-16.09
II (28.3:2.3)	86.20	15.06 ^{ab}	9.63	32.18	158.6	16.09
III (25.3:2.7)	202.30	30.76 ^a	11.45	55.17	-75.9	114.94
IV (28.3:2.7)	132.20	18.92 ^{ab}	7.95	85.06	202.5	18.39
V (25.3:3.1)	61.10	13.29 ^{ab}	3.59	0.00	-542.5	55.17
VI (28.3:3.1)	130.60	18.81 ^{ab}	14.23	39.08	27.6	27.59
Promedio	70.23	16.74	8.51	35.24	-101.5	36.01
Probabilidad	0.31	0.05	0.06	0.23	0.26	0.65
EEM	52.48	2.63	1.17	11.19	107.63	22.70

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

No hubo efecto de tratamiento ($P>0.05$) en las variables perímetro del abdomen, diámetro de la base de cola, diámetro de la cadera, diámetro de la pierna, longitud de la pierna, longitud de la pelvis y en el índice corporal (Figura 18,19,20,21), con los valores promedios de $-61.30 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, $66.46 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, $1.39 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, $-38.77 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, $20.13 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, $4.25 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, 0.85g ml^{-1} respectivamente (Cuadro 30).

En el Cuadro 31 se puede apreciar que no hubo diferencias estadísticas ($P>0.05$) en las variables relacionadas al consumo (materia seca, proteína cruda y energía metabolizable) así como tampoco en la eficiencia parcial de utilización del alimento (EPUA).

Cuadro 30. Características morfométricas de iguana negra. Efecto de la combinación en el alimento la proteína y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.

Tratamiento (PC:EM)	Pérdida o ganancia ($\mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)						Índice Condicional corporal g ml^{-1}
	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis	
I (25.3:2.3)	-142.53	50.85	-8.41	-242.10	1.61	-11.40	0.84
II (28.3:2.3)	-94.25	62.64	4.97	5.70	24.76	2.34	0.87
III (25.3:2.7)	34.48	76.67	11.40	6.60	28.23	24.02	0.84
IV (28.3:2.7)	-82.76	63.70	5.20	2.70	17.26	-1.22	0.87
V (25.3:3.1)	-27.59	76.48	3.33	-8.70	21.31	0.16	0.84
VI (28.3:3.1)	-55.17	68.44	-8.14	3.20	27.63	11.56	0.83
Promedio	-61.30	66.46	1.39	-38.77	20.13	4.25	0.85
Probabilidad	0.22	0.23	0.67	0.40	0.30	0.39	0.88
EEM	22.17	3.60	4.14	39.24	3.49	4.87	0.01

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

Cuadro 31. Consumo voluntariado de alimento de la iguana negra por efecto de dietas con diferentes niveles de proteínas metabolizable y eficiencia parcial de utilización del alimento en la dieta a los 87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Consumo			EPUA
	Materia seca ($\text{mg anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Proteína cruda ($\text{mg anim}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Energía (Mcal d^{-1})	
I (25.3:2.3)	782.20	226.30	2.48	0.567
II (28.3:2.3)	1086.30	319.96	3.35	0.705
III (25.3:2.7)	546.40	162.52	1.73	0.709
IV (28.3:2.7)	723.90	234.96	2.23	-0.611
V (25.3:3.1)	1035.90	255.53	3.28	1.108
VI (28.3:3.1)	756.60	253.71	2.42	0.551
Promedio	821.86	258.83	2.58	0.505
Probabilidad	0.19	0.11	0.21	0.973
EEM	80.57	25.23	2.51	0.237

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).



Figura 19. Iguana con condición corporal "Extremadamente corpulento".



Figura 20. Iguana con condición corporal "Excelente".



Figura 21. Iguana con condición corporal "Delgado".



Figura 22. Iguana con condición corporal "Extremadamente delgado".

Durante los 87 días de prueba hubo efecto de tratamiento ($P < 0.05$) en el consumo de nutrientes específicos como lo es la fibra detergente ácido ($47.00 \text{ mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$), fibra cruda ($40.08 \text{ mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$), grasa ($28.36 \text{ mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y calcio ($8.85 \text{ mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$) (Cuadro 32 y 33).

Cuadro 32. Consumo de fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, fibra cruda y grasa por la iguana negra de acuerdo a diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Consumo ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)			
	Fibra detergente ácido	Fibra detergente neutro	Fibra cruda	Grasa
I (25.3:2.3)	47.16 ^b	263.26	42.22 ^{ab}	9.06 ^b
II (28.3:2.3)	43.76 ^b	331.44	45.74 ^{ab}	28.48 ^{ab}
III (25.3:2.7)	28.38 ^b	136.66	16.12 ^b	53.80 ^a
IV (28.3:2.7)	86.08 ^a	294.12	73.08 ^a	12.50 ^b
V (25.3:3.1)	45.88 ^b	342.16	42.98 ^{ab}	12.42 ^b
VI (28.3:3.1)	30.74 ^b	199.68	20.34 ^b	53.94 ^a
Promedio	47.00	261.22	40.08	28.36
Probabilidad	0.001	0.071	0.0009	<.0001
EEM	5.34	27.06	5.00	4.34

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

Cuadro 33. Consumo de minerales por la iguana negra de acuerdo a diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de tratamiento.

Tratamientos (PC:EM)	Consumo ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)			
	Calcio	Potasio	Magnesio	Fósforo
I (25.3:2.3)	6.94 ^{ab}	15.20	2.50	5.02
II (28.3:2.3)	9.10 ^{ab}	17.80	3.78	7.38
III (25.3:2.7)	4.10 ^b	8.00	2.46	5.02
IV (28.3:2.7)	7.80 ^{ab}	16.50	3.54	5.30
V (25.3:3.1)	10.68 ^a	20.84	4.12	7.66
VI (28.3:3.1)	6.90 ^{ab}	13.32	3.40	6.58
Promedio	8.85	15.27	3.30	6.16
Probabilidad	0.068	0.088	0.254	0.335
EEM	7.62	1.53	0.29	0.55

EEM: Error estándar de la media. PC: porcentaje de proteína cruda, EM: energía metabolizable (Mcal kg^{-1}).

6.6. Efecto del tamaño de la iguana sobre el consumo de nutrientes

En el cuadro 34 se observa que el tamaño de las iguanas influye ($P < 0.05$) en el consumo de materia seca y energía metabolizable, siendo mayor en las iguanas de mayor peso en relación con las iguanas de menor peso, con valores de 1177.1 mg d^{-1} y $3.7 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y 469.3 mg d^{-1} y $1.48 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ respectivamente. Las iguanas con pesos de 55.5-96 g tuvieron el menor ($P < 0.01$) consumo de proteína cruda ($149 \text{ mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$), en relación con las iguanas con rango de peso de 97.2 a 106.5 y 197.0 a 355.6 g de peso vivo con valores de 337.0 y 370.0 $\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$ respectivamente.

La EPUA fue mayor ($P < 0.05$) en las iguanas con rango de peso de 97.2 a 106.5 g en relación con las iguanas que tienen un peso vivo de 197 a 355.6 g, con valores de 1.25 y -0.07 respectivamente.

Cuadro 34. Efecto del tamaño de la iguana negra en el consumo de materia seca, proteína cruda, energía metabolizable y la eficiencia parcial de utilización del alimento en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable.

Bloques Rango de peso g	Consumo			EPUA
	Materia seca ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	Proteína cruda ($\text{mg anim}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	Energía metabolizable (Mcal d^{-1})	
I (55.5-96)	469.30 ^b	149.00 ^b	1.48 ^b	1.158 ^{ab}
II (97.2-106.5)	1075.10 ^{ab}	337.00 ^a	3.37 ^{ab}	1.254 ^a
III (107-115.5)	653.10 ^{ab}	206.00 ^{ab}	2.05 ^{ab}	0.462 ^{ab}
IV (116-125)	734.70 ^{ab}	230.00 ^{ab}	2.30 ^{ab}	0.572 ^{ab}
V (197-355.6)	1177.10 ^a	370.00 ^a	3.70 ^a	-0.067 ^b
Promedio	821.86	258.00	2.58	0.675
Probabilidad	0.0126	0.009	0.012	0.030
EEM	80.57	25.23	2.51	0.242

EPUA: Eficiencia parcial de utilización del alimento.

En los Cuadros 35 y 36 se aprecia que el efecto del tamaño por peso de las iguanas influye en ($P < 0.05$) en casi todos los nutrientes evaluados a excepción de la grasa quien no mostró diferencias estadísticas ($P = 0.033$)

Cuadro 35. Efecto del tamaño de la iguana negra en el consumo de fibra detergente ácido, detergente neutro, fibra cruda y grasa en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable.

Bloques Rango de pesos g	Consumo (mg anim ⁻¹ d ⁻¹)			
	Fibra detergente ácido	Fibra detergente neutro	Fibra cruda	Grasa
I (55.5-96)	26.43 ^b	14.54 ^b	21.68 ^b	19.63 ^b
II (97.2-106.5)	56.38 ^{ab}	33.30 ^{ab}	48.27 ^{ab}	40.41 ^a
III (107-115.5)	39.62 ^{ab}	21.04 ^{ab}	33.80 ^{ab}	22.46 ^{ab}
IV (116-125)	42.67 ^{ab}	23.68 ^{ab}	37.25 ^{ab}	22.55 ^{ab}
V (197-355.6)	69.90 ^a	38.02 ^a	59.40 ^a	36.76 ^{ab}
Promedio	47.00	26.11	40.08	28.36 ^{ab}
Probabilidad	0.009	0.013	0.016	0.033
EEM	5.34	27.06	5.00	4.34

EEM: Error estándar de la media.

Cuadro 36. Efecto del tamaño de iguana negra en el consumo de minerales en dietas con diferente proporción de proteína cruda y energía metabolizable.

Bloques (Rango de pesos gramos)	Consumo (mg anim ⁻¹ d ⁻¹)			
	Calcio	Potasio	Magnesio	Fosforo
I (55.5-96)	4.33 ^b	8.70 ^b	1.95 ^b	3.65 ^b
II (97.2-106.5)	9.73 ^{ab}	19.36 ^{ab}	4.30 ^a	8.11 ^a
III (107-115.5)	6.06 ^{ab}	12.23 ^{ab}	2.66 ^{ab}	4.88 ^{ab}
IV (116-125)	6.81 ^{ab}	13.71 ^{ab}	2.91 ^{ab}	5.41 ^{ab}
V (197-355.6)	10.98 ^a	22.36 ^a	4.66 ^a	8.73 ^a
Promedio	7.58	15.27	3.29	6.15
Probabilidad	0.010	0.011	0.006	0.007
EEM	7.62	1.53	0.29	0.55

EEM: Error estándar de la media.

6.7. Análisis de correlación de las variables de interés productivo

La mayoría de las variables medidas se correlacionaron positivamente ($P < 0.05$); sin embargo, el valor de correlación es diferente. De todas las variables solo dos no se correlacionan, la longitud hocico cloaca con la longitud total ($r = 0.34$, $P > 0.05$) y la longitud total con el diámetro de la cadera ($r = 0.33$, $P > 0.05$) (Cuadro 37). Una variable que no se correlacionó ($P > 0.05$) con ninguno otro es la condición corporal.

Cuadro 37. Análisis de correlación de Pearson de variables productivas en iguanas negras alimentadas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable a los 87 días de prueba.

Variabes	Longitud de la cabeza	Ancho de la cabeza	Longitud hocico Cloaca	Longitud total	Perímetro del tórax	Perímetro del abdomen	Diámetro de la base de la cola
Peso	0.90482 <.0001	0.88316 <.0001	0.90229 <.0001	0.39555 0.0305	0.93494 <.0001	0.93471 <.0001	0.92276 <.0001
Longitud de la cabeza		0.94305 <.0001	0.94408 <.0001	0.44866 0.0129	0.85062 <.0001	0.86126 <.0001	0.85685 <.0001
Ancho de la cabeza			0.94484 <.0001	0.37265 0.0426	0.79445 <.0001	0.80517 <.0001	0.80311 <.0001
Longitud hocico cloaca				0.33912 0.0668	0.81573 <.0001	0.82341 <.0001	0.82793 <.0001
Longitud total					0.42894 0.0180	0.44392 0.0140	0.47284 0.0083
Perímetro del tórax						0.97314 <.0001	0.89016 <.0001
Perímetro del abdomen							0.90409 <.0001

Cuadro 38. Continuación del cuadro 37.

Variables	Diámetro de la cadera	Diámetro de la pierna	Longitud de la pierna	Longitud de la pelvis	Volumen	Condición corporal
Peso	0.93035 <.0001	0.87950 <.0001	0.88439 <.0001	0.91941 <.0001	0.99050 <.0001	-0.17950 0.3425
Longitud de la cabeza	0.84877 <.0001	0.80053 <.0001	0.95732 <.0001	0.79379 <.0001	0.89852 <.0001	-0.23012 0.2212
Ancho de la cabeza	0.84667 <.0001	0.78199 <.0001	0.95874 <.0001	0.73732 <.0001	0.87637 <.0001	-0.22270 0.2369
Longitud hocico cloaca	0.84755 <.0001	0.79932 <.0001	0.94873 <.0001	0.78249 <.0001	0.90741 <.0001	-0.29141 0.1182
Longitud total	0.33440 0.0709	0.50903 0.0041	0.42849 0.0182	0.47971 0.0073	0.38422 0.0361	-0.09294 0.6252
Perímetro del tórax	0.90656 <.0001	0.86984 <.0001	0.81690 <.0001	0.90326 <.0001	0.92833 <.0001	-0.16455 0.3849
Perímetro del abdomen	0.91723 <.0001	0.88918 <.0001	0.83222 <.0001	0.91694 <.0001	0.92573 <.0001	-0.17662 0.3505
Diámetro de la base de la cola	0.89167 <.0001	0.83501 <.0001	0.85075 <.0001	0.91853 <.0001	0.90911 <.0001	-0.17394 0.3579
Diámetro de la cadera		0.87499 <.0001	0.86252 <.0001	0.91705 <.0001	0.92016 <.0001	-0.21838 0.2463
Diámetro de la pierna			0.81711 <.0001	0.83932 <.0001	0.86897 <.0001	-0.18146 0.3372
Longitud de la pierna				0.76990 <.0001	0.87997 <.0001	-0.24523 0.1915
Longitud de la pelvis					0.91627 <.0001	-0.23698 0.2072
Volumen final						-0.30023 0.1070

6.8 Eficiencia de utilización de la proteína cruda y energía metabolizable en función del consumo

El consumo de proteína cruda debe ser mayor a 163.2 mg para que las iguanas muestren equilibrio proteico positivo y comiencen a tener ganancia de masa muscular; con un consumo menor de proteína las iguanas pierden peso. En la Figura 23 se puede observar la relación entre el cambio de peso y el consumo de proteína cruda de las 30 iguanas negras, en donde hubo una relación lineal positiva $y = -119.14 + 0.73$ (Consumo diario de proteína cruda, $R^2=0.12$, $P=0.05$).

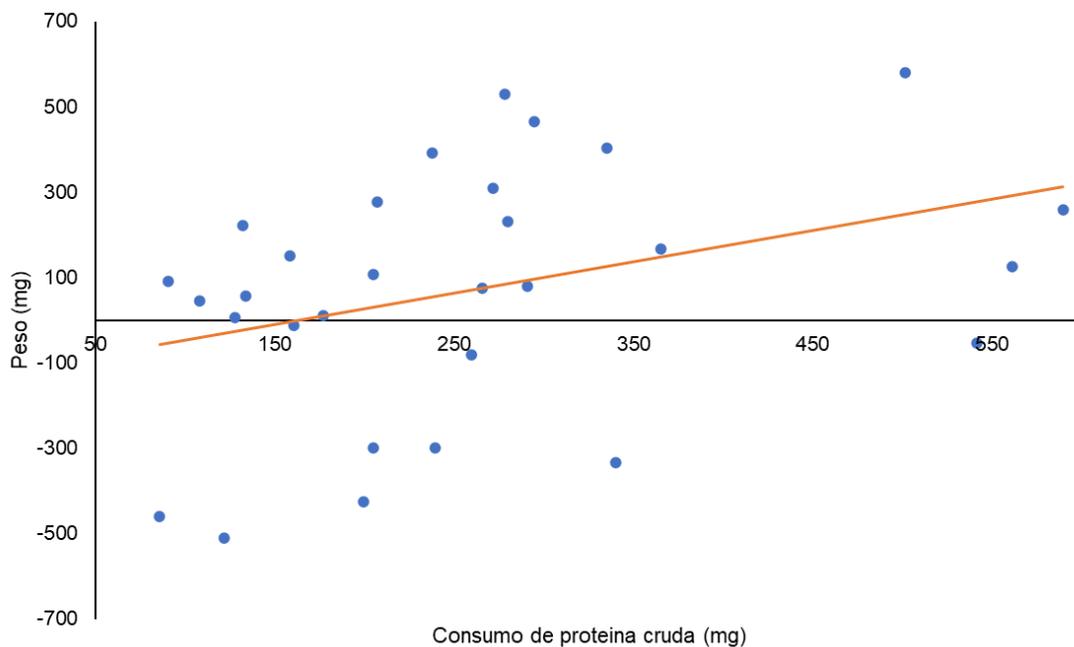


Figura 23. Relación entre el consumo de proteína cruda y el crecimiento de peso de 30 ejemplares de iguana negra alimentadas con dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable.

De acuerdo a la regresión lineal entre consumo de energía metabolizable (EM) y peso, para que las iguanas estén equilibrio energético necesitan consumir 1714.5 cal EM, lo generará aumento de peso en las mismas. En la Figura 24 se aprecia el efecto del consumo de energía metabolizable sobre el cambio de peso de los ejemplares de *Ctenosaura pectinata*, en donde no hubo una relación lineal positiva $y = -102.87 + 0.06$ (Consumo diario de energía metabolizable), $R^2=0.10$, $P=0.08$).

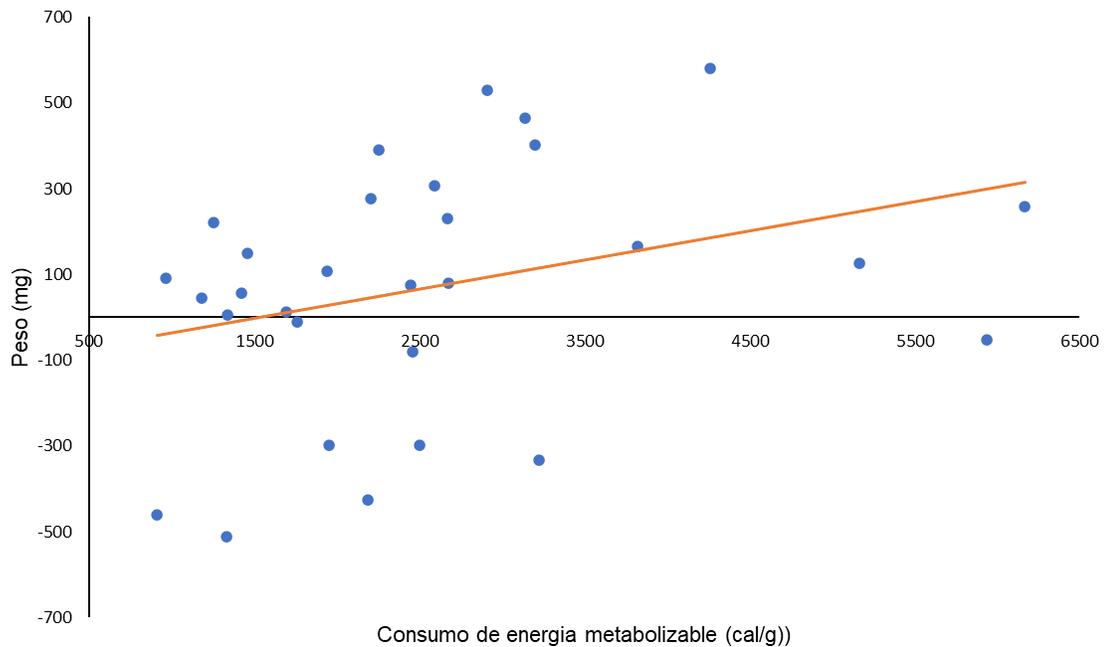


Figura 24. Relación entre el consumo diario de energía metabolizable y la ganancia de peso diario de 30 ejemplares de iguana negra alimentadas con dietas con diferentes niveles de proteína cruda y energía metabolizable.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Variables evaluadas en la iguana negra en etapa juvenil

7.1.1 Peso de iguana

El aumento de peso a lo largo de la vida de un animal es un fenómeno complejo que depende de varios factores como puede ser: bases genéticas o filogenéticas del mismo, de la alimentación, el manejo, el estado de salud y los factores ambientales que tienen mayor impacto (Agudelo *et al.* 2008, Zamora-Abrego *et al.* 2012). En la población de iguana negra mantenida bajo cautiverio debe ser considerada como una entidad con cambio epigenéticos diferentes de la especie en vida silvestre, ya que las características morfométricas son influenciadas por la genética de la iguana (Ciofi *et al.* 2002, Felix 2016).

En el presente estudio, el cambio de peso de las iguanas fue muy variable en los tratamientos y en los tres meses de evaluación. De tal manera que la pérdida o ganancia de peso en algunos tratamientos se pudo deber principalmente a variables del clima. En el caso de la temperatura ambiental, no fue constante dentro de un rango óptimo lo que pudo provocar la pérdida o ganancia de energía de las iguanas por incremento o disminución de su metabolismo. Ya que al cambiar la temperatura ambiental de manera amplia (26 a 32°C) y fuera de la zona de confort (<35 o >40°C) de las iguanas, posiblemente se pudieron ver comprometidas por el frío y como estrategia de supervivencia se vieron obligadas a producir calor metabólico, como consecuencia, de utilizar las reservas corporales de energía, que en un determinado momento serían destinadas para otras funciones (Vitt & Caldwell 2014). Las iguanas al ser animales ectotermos (Fajardo *et al.* 2020), necesitan estar a una temperatura de 35 a 40°C la cual no puede mantener durante la noche o en fenómeno climatológico como huracanes y descenso de temperatura.

Por otra parte, los resultados obtenidos a los 87 días de prueba en el presente trabajo son inferiores a los reportados por Arcos-García *et al.* (2001), quienes mencionan que en condiciones adecuadas de temperatura el incremento de peso de las iguanas es de 300 mg anim⁻¹ d⁻¹. Así también, los resultados son inferiores a lo reportado por Arcos-

García *et al.* 2005a quienes ofrecieron dietas a base de concentrados para pollitos, gallinas de postura, conejo y hojas de alfalfa; a excepción de la alfalfa, los alimentos contenían concentraciones de proteína inferiores a los ofrecidos en el presente estudio. Los niveles de proteína y energía no fueron suficientes para generar diferencias en las ganancias diarias de peso, similar a lo reportado por Arcos-García *et al.* (2007) en donde evaluaron dietas con diferentes niveles de proteína a lo cual argumentan que el incremento de peso de las iguanas, depende de la disponibilidad y calidad del alimento, ya que la temperatura siempre estuvo controlada y no fue un factor limitante para ese experimento.

7.1.2 Largo y ancho de la cabeza

El crecimiento óseo requiere una actividad anabólica basada, fundamentalmente, en la síntesis proteica (Shapiro & Forriol 2005). En la presente investigación, la combinación de las concentraciones de proteína cruda (25.3%) y de energía metabolizable (2.7 Mcal kg^{-1}) produjeron el crecimiento de la longitud de la cabeza, la ganancia que se presentó durante la experimentación es similar a la reportada por Alarcón (2021) quien mantuvo ganancias de $30 \mu\text{m}$ hasta el día 46 de experimentación alimentado a crías de iguana negra con tenebrio, así también es semejante a lo reportado por Arcos-García *et al.* (2005b) quienes al llevar a cabo la diferenciación entre sexos de la etapa de crías a juvenil reportan una ganancia diaria promedio de $30 \mu\text{m}$. Por otro lado, el crecimiento diario obtenido es superior a lo mencionado por Ortiz *et al.* (2013) quienes reportaron un crecimiento diario de $5.7 \mu\text{m}$ al alimentar a crías de iguana con un concentrado para pollo con 21.2% de proteína cruda y suplementadas de manera directa con 0.3% de lisina. La longitud de la cabeza en iguana negra se incrementa de forma continua con la edad, esto puede ser útil como indicador importante para evaluar la reproducción en la iguana negra, debido a que los datos aumentan conforme la edad en comparación con otras variables (López *et al.* 2012), ya que los cambios en las estructuras óseas no cambian de forma inmediata (Guerra 2018, Orozco *et al.* 2020) como es con la masa muscular o lipídica por la abundancia o escasez de alimento a lo largo del año como sucede con *Caiman latirostris* y *C. yacare* (Barboza *et al.* 2007).

Hasta el momento no existen estudios que indiquen diferencia de la ganancia longitudinal del ancho de la cabeza mediante el efecto de las dietas (Arcos-García *et al.* 2002). Es importante recordar que el tamaño inicial promedio del ancho de la cabeza de los ejemplares utilizados en la presente investigación fue de 1.9 cm y el final de 2.0 cm, diferente al reportado por Félix (2016) para *Ctenosaura pectinata* en etapa adulta, en su estudio las iguanas alcanzaron valores mínimos de ancho de la cabeza de 3.04 cm y máximo de 6.01 cm. Las iguanas del presente estudio fueron iguanas juveniles, al medir el ancho de la cabeza (1.9-2.0 cm) podemos clasificar como juveniles, además de que fueron iguanas que no alcanzaron la etapa reproductiva.

García-Alix *et al.* (2004) argumentan que el tamaño de la cabeza (ancho y largo) está determinado por factores genéticos, medioambientales y anatómicos como el grosor de la piel, tejido y hueso. Se considera que los factores genéticos estuvieron controlados de manera adecuada, ya que la selección se llevó a cabo aleatoriamente de las múltiples nidadas del CECOREI-UMAR y todas provinieron de diferente nidada. El clima en el que se desarrolló el experimento fue como la del área de estudio, en los días soleados la fluctuación de temperatura fue alta y las iguanas pudieron asolearse hasta obtener la temperatura adecuada de acuerdo con cada una de ellas. Además de que en el día la temperatura ambiental fue más elevada que en las noches, durante la cual las condiciones ambientales fueron adversas, ya que las iguanas en lugar de poder obtener calor del ambiente pierden calor (Ramírez *et al.* 2015).

Desde el punto de vista anatómico, las estructuras óseas, no crecen con la misma intensidad, lo que origina crecimiento diferencial (Condori *et al.* 2018), esto lleva a considerar aspectos propios de la especie; es decir, que *Ctenosaura pectinata* durante la etapa juvenil se utilizan los nutrientes consumidos de la dieta para el crecimiento del largo de la cabeza preferentemente sobre el ancho.

7.1.3 Longitud total y hocico cloaca

Arcos-García *et al.* (2005a) mencionan que la ganancia de peso es más importante que la longitud hocico cloaca en el crecimiento de la iguana negra, esto debido a que la ganancia de peso puede ser considerada un indicador del desarrollo de la iguana ya que el aumento de longitud es menor a pesar de una alimentación adecuada, por lo que, la

ganancia de peso o longitud del animal es uno de los aspectos más importantes al momento de evaluar la productividad y en algunos casos es usado como criterio de selección; por lo cual se debe tener en cuenta que el crecimiento no se debe exclusivamente a factores genéticos sino también a efectos ambientales (Agudelo *et al.* 2008). Los reptiles por ser animales ectotermos presentan curvas de crecimiento diferente a otros grupos de animales convencionales (Ardila-Robayo *et al.* 1999). La iguana negra tiene crecimiento rápido en los primeros años de vida y lento en los años posteriores, pero crecen durante toda la vida (Machorro-Sámamo *et al.* 2009, 2022). De acuerdo con Arcos-García *et al.* (2001) la longitud total y la longitud de la cola no son características apropiadas para estimar el crecimiento de la especie, porque la pérdida parcial o total de la cola ocurre con frecuencia como un mecanismo de supervivencia contra depredadores.

Los valores obtenidos de la longitud hocico cloaca son inferiores a lo reportado por Méndez-Sánchez *et al.* (2022) quienes indicaron tener ganancias diarias promedio de $254.2 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$, por lo contrario, el valor obtenido es superior a lo referido por Ortiz *et al.* (2013) quienes reportaron una ganancia diaria de $24.5 \mu\text{m anim}^{-1} \text{d}^{-1}$. Ambos trabajos antes mencionados fueron realizados en crías de iguana negra, es decir, en iguana menor a un mes de edad.

7.1.4 Perímetro del tórax y abdomen

La caracterización de una especie es importante para la conservación, pero en el contexto de aprovechamiento, establecer el grado de asociación de una determinada medida corporal con alguna característica de interés productivo es importante para mejorar la productividad (Herrera-Cáceres & Hernández-Corredor 2022). Tanto el perímetro del tórax como del abdomen no han sido evaluadas en la iguana negra como se realizan en especies convencionales, dónde los objetivos de producción están inclinadas más al rendimiento de la canal (Hernández-Espinoza *et al.* 2012, Contreras *et al.* 2021).

Los resultados negativos obtenidos durante la experimentación de estas variables están relacionados con lo mencionado por Ardila-Robayo *et al.* (1999) quienes indican que a medida que el animal crece se presenta una relación inversa entre la circunferencia

de tórax y vientre con el peso ya que su conversión está orientada al incremento del cuerpo en longitud. Aunque se tiene que considerar que en el caso de las iguanas por ser animales que regulan la temperatura corporal de acuerdo con el ambiente, su reserva de energía es momentos críticos de cambios ambientales inesperados esta sea destinada para mantener su cuerpo en equilibrio y no para el incremento de tamaño.

7.1.5 Diámetro de la base de la cola, cadera y longitud de la pelvis

En el organismo de un animal la grasa cumple muchas funciones, la más importante es la de servir de reserva y almacén de energía para poder sobrevivir a un eventual período de escasez de alimentos (Formiguera 2004). En los saurios cerca del 60% de la energía contenida en la comida que ingiere es almacenada en forma de grasa, principalmente en la cola, en órganos mesentéricos del abdomen y a lo largo del dorso (Cupul-Magaña & Hernández-Hurtado 2002, Martín 2002).

La ganancia diaria promedio del diámetro de la base de la cola fue de 66.5 μm observándose mayor ganancia a los 59 días de evaluación. Con relación al diámetro de la cadera los ejemplares de todos los tratamientos durante los 28 días de tratamiento presentaron valores negativos; sin embargo, a los 59 días cambiaron su comportamiento y comenzaron a tener ganancias, analizando de manera conjunta la base de la cola y la base de la cadera se comportan de una manera similar. Lo antes mencionado es similar con lo publicado por López *et al.* (2016) quienes reportan que la falsa iguana (*Callopietes flavipunctatus*) acumula una gran cantidad de grasa en la cola y en la base de la cadera.

Los estrógenos son importantes en la aparición de los caracteres sexuales, así como en la separación de los huesos pelvianos (Ricaurte 2006) probablemente el aumento de la longitud de la pelvis no se presentó en gran medida puesto que estas modificaciones son más perceptibles durante la etapa reproductiva y las iguanas del presente estudio fueron hembras, que estaban en etapa juvenil.

7.1.6 Longitud y diámetro de la pierna

El desarrollo del músculo y el hueso durante el crecimiento está influido por fuerzas asociadas a la gravedad y la actividad física, la inactividad o inmovilización dará lugar a la reducción del desarrollo muscular (Schoenau 2006). Lo mencionado anteriormente

está relacionado con la pérdida del tono muscular ya que, si bien las iguanas evaluadas siempre han estado bajo cuidado humano este factor debe incidir en su actividad física, además de que el cambio de jaula pudo haber originado estrés y la actividad física inicial que tenían se redujo de manera considerable. Adicional a esto, en los reptiles el crecimiento óseo se ve influenciado por la vitamina D, ya que estimula la absorción del calcio y fósforo, para lo cual la exposición a la radiación ultravioleta, es imprescindible (Garzón *et al.* 2008, Martínez-Silvestre *et al.* 2013). También la disminución del crecimiento en los ejemplares estudiados se puede explicar porque durante el periodo de evolución hubo un huracán en la zona del experimento que genero disminución de la temperatura y exposición a la radiación solar lo que pudo inhibir el crecimiento y provocar pérdida de peso.

7.1.7 Consumo de materia seca, proteína y energía

La alimentación juega un papel importante en la tasa de eclosión de huevos, crecimiento y fertilidad (Melo-Ruíz *et al.* 2018) por lo cual es uno de los aspectos más importantes a considerar cuando se está trabajando con animales bajo cuidado humano, ya que depende del manejador, satisfacer los requerimientos nutricionales que demande la especie. Así, McDonald *et al.* (2013) indican que el consumo voluntario de alimento es el factor más importante desde el punto de vista de la productividad, ya que todos los demás parámetros como son la ganancia de peso y el crecimiento en general dependen en forma directa del consumo.

En los reptiles como las iguanas existe una marcada inhibición del apetito y de la tasa de digestión a bajas temperaturas, los procesos digestivos parecen más sensibles a las bajas temperaturas que cualquier otro proceso (De La Ossa *et al.* 2009). Los resultados en cuanto el consumo de materia seca se vieron influenciados por la temperatura ya que en días soleados y con temperaturas altas tendían a consumir mayor cantidad de alimento a diferencia de los días nublados que se presentaron durante la experimentación, el comportamiento de las iguanas fue de inmovilización, los resultados obtenidos concuerda con lo mencionado por Arcos *et al.* 2005a, quienes indican que la temperatura ambiental afecta el consumo de materia seca de manera directa.

Durante la experimentación se tuvo un consumo promedio de materia seca por arriba del reportado por Arcos-García *et al.* (2005a), quienes registraron un consumo promedio de 0.6 g en iguanas con pesos de 223.3 ± 57.3 g, que se encontraban con una temperatura entre 30-32°C y argumentan que el consumo de materia seca en iguanas en etapa juvenil aumenta al incrementar la temperatura. Así también Arcos-García *et al.* (2007) reportaron que alimentar crías de iguana negra con mayor proporción de insectos que vegetales (3:2) aumenta el consumo de materia seca y como consecuencia el consumo de proteína cruda, sin embargo, es importante que no rebase la proporción ya que tiene una tendencia a disminuir el consumo, puesto que las iguanas probablemente requieren de mayor cantidad de energía para degradar la proteína (Cuamatzi & Melo 2006)

En lo que concierne al consumo de proteína cruda, energía metabolizable y la eficiencia parcial de utilización del alimento de las iguanas por efecto del peso esto permite identificar los requerimientos por este mismo, así también se puede apreciar que a medida que las iguanas incrementan de peso, la EPUA disminuye. Es decir, las iguanas conforme van creciendo se vuelven menos eficientes en comparación con iguanas más pequeñas que fisiológicamente tienen un metabolismo más acelerado y continúan con sus procesos biológicos. Considerando los valores promedio el valor de energía metabolizable utilizada por tamaño de las iguanas se encuentra dentro del rango reportado por Zurita-Carmona *et al.* (2009) ($2.703 \text{Mcal kg}^{-1}$) y Vélez-Hernández *et al.* (2012) ($2.193 \text{Mcal kg}^{-1}$), en cuanto a la cantidad promedio del consumo de proteína cruda fue de 31% valor superior reportado por Zurita-Carmona *et al.* (2009) (25.3%) y Vélez-Hernández *et al.* (2012) (14.5%), es importante señalar que en el trabajo de Vélez-Hernández *et al.* (2012) el valor de proteína fue inferior aun siendo ejemplares de la misma etapa, pero a diferencia de Zurita-Carmona *et al.* (2009) no se reportan consumo de insectos en la dieta.

Por otra parte, existen trabajos como el de Arcos-García *et al.* (2005a) en donde suministrar dietas con 16% de proteína cruda a iguanas con pesos de 223.3 ± 57.3 g mejoran el consumo de materia seca, pero no la ganancia de peso, lo antes mencionado concuerda con la presente investigación al ser iguanas de pesos similares y al presentar diferencias en el consumo de materia seca, pero no generan diferencias en ganancias de

peso o crecimiento longitudinal. Cabe resaltar que en este trabajo no se controló la temperatura como en el trabajo indicado con anterioridad y en algún momento la situación se presentó adversa para los ejemplares a causa del huracán Ágata.

Mientras que Arcos-García *et al.* (2007) reportaron que las crías de iguana con un peso de 11.5 ± 1.1 g, tuvieron mejor respuesta de crecimiento longitudinal y ganancia de peso alimentadas con dietas con 42% de proteína cruda, porcentaje superior a lo obtenido en el presente trabajo ya que las iguanas utilizadas se encontraban en etapa juvenil.

Lo antes mencionado indica que a medida que la iguana negra va en crecimiento la demanda de proteína cruda disminuye, esto concuerda con Elizondo-Salazar *et al.* (2008) el cual indica que los requerimientos son siempre mayores para animales jóvenes y disminuyen conforme la tasa de crecimiento se reduce.

7.1.8 Digestibilidad

La estimación de la digestibilidad es un aspecto fundamental en el conocimiento del valor nutritivo de un alimento (Mendoza *et al.* 2022) el cual va a depender del tamaño corporal del individuo quien consume el alimento, el tiempo de retención intestinal y el contenido de fibra (Durtsche 2000). Sin embargo, en las iguanas la digestibilidad está estrechamente relacionada con la temperatura corporal (Lara-López & González-Romero 2002), ya que al incrementar la temperatura corporal aumenta el metabolismo y consecuentemente la fermentación microbiana (Arcos-García *et al.* 2005a). El promedio de la digestibilidad de las dietas obtenida durante la experimentación mediante la técnica de cenizas ácido insoluble fue mayor (80.26%) al reportado por Arcos *et al.* (2007), quienes indican una digestibilidad menor (74.08%) al alimentar a 60 crías de iguana negra con dietas a base de insectos y vegetales en diferentes proporciones. Mientras que Vélez-Hernández *et al.* (2012) obtuvieron una digestibilidad promedio menor (57.14%) al analizar el contenido cecocólico de iguanas negra, en estado adulto y en vida silvestre, con dietas a base principalmente de vegetales como guamúchil y huizache. Lo que indica que las dietas en el presente estudio presentaron una proporción de nutrientes mejor que las dietas evaluadas por los otros autores.

Por otra parte, la digestibilidad que presentaron las iguanas fue inferior a lo obtenido por Méndez-Sánchez *et al.* (2022), quienes reportaron una digestibilidad promedio de

88% al mantener a las iguanas con focos de luz infrarroja y un sistema de calefacción que permitió una temperatura constante de 32°C, esto concuerda con lo mencionado por Arcos-García *et al.* (2005a), quienes argumenta que la digestibilidad aumenta a medida que la temperatura incrementa, siendo entre 35 y 40°C las temperaturas ideales. Así también, el valor obtenido es inferior a lo reportado a Ortiz *et al.* (2013) quienes reportan una digestibilidad promedio de 86.9%, para lo cual consideran que el incremento de lisina en la dieta mejora el crecimiento y el consumo de materia seca, lo último ocasiona que el paso del alimento sea más rápido por el tracto y como consecuencia la digestibilidad disminuye.

Con relación a las técnicas de digestibilidad aparente utilizada durante la presente investigación tanto para la técnica indirecta como la directa, se observaron diferencias numéricas en los datos obtenidos; sin embargo, para el caso de la iguana negra no existen estudios, en donde comparen estas dos técnicas al momento de evaluar la digestibilidad. Existen trabajos como los de Macías *et al.* (2005) y Nieves *et al.* (2008) en donde reportan que la digestibilidad para cerdos y conejos puede obtenerse indistintamente por cualquiera de las dos técnicas, ya que los valores obtenidos son muy similares.

Vergara *et al.* (2012) indican las diferencias entre métodos: 1) el método directo (recolección total de excretas), es menos exacto ya que implica el registro del consumo total de alimento y la colección minuciosa del total de heces producidas. Mientras que la técnica de cenizas insolubles en ácido es más exacta para el cálculo de la digestibilidad en iguanas, ya que existen menos pérdidas de información y se puede adecuar a la cantidad de excretas producida en la iguana negra, que en muchos de los casos la cantidad excretada y consumidas son mínimas.

7.1.9 Condición corporal

La velocidad de crecimiento individual tanto en talla como en peso tiene importantes consecuencias demográficas, ya que afectan la edad y el tamaño al que se logra la primera reproducción, que a su vez pueden afectar a la supervivencia y la fecundidad del adulto (Cupul-Magaña *et al.* 2004). La condición corporal en iguana negra ha sido poco evaluada en comparación con los animales convencionales. Arcos-García *et al.* (2020),

realizaron una propuesta de evaluación de condición corporal para hembras de iguana negra en la etapa reproductiva, en donde proponen cuatro categorías de condición corporal: extremadamente delgado, delgado, excelente y excesivamente corpulento. Al calcular la condición corporal de los ejemplares estudiados del presente estudio, y al compararse con los índices para iguanas hembras reproductoras, se observa que se encuentran dentro del límite de extremadamente delgado, esto permite confirmar que es necesario establecer índices específicos para iguana en etapa juvenil debido a que si se utilizan los antes mencionado se estaría evaluando de manera errónea o de forma general como sucede en la clasificación de condición corporal para camaleones (Donogue 2003) en donde establecen cinco rubros, los cuales son: demacrado, delgado, óptimo, sobrepeso leve y obeso (pero a diferencia de la primera clasificación en esta depende de la percepción). No obstante, cada clasificación de condición corporal se aplica para especies en particular, debido a que cada especie crece y se desarrolla de manera diferente.

7.1.10 Análisis del consumo promedio de nutrientes

El estado de salud y crecimiento de las iguanas del presente estudio fue resultado del ambiente (temperatura baja 20-25°C por el huracán Agatha) y de la nutrición que se ofrece por el cuidado humano (Wilkinson 2015). Poco se sabe sobre los requerimientos de nutrientes de las iguanas, los cuales, están íntimamente relacionados con su entorno; lo ideal es una dieta variada que permita la autoselección de alimentos relativamente rico en nutrientes (Hurty *et al.* 2001, Fledelius *et al.* 2005, Blázquez & Rodríguez-Estrella 2007, Oonincx & Leeuwen 2017). También es importante considerar los minerales porque influyen en el crecimiento óptimo de todo organismo animal, el esqueleto saludable, requiere de un aporte equilibrado de calcio, fósforo y magnesio principalmente; sin embargo, como se indicó anteriormente, los requerimientos no están bien establecidos y solo se han derivado recomendaciones de especies de mamíferos que pueden aplicarse en los iguánidos (Oonincx & Leeuwen 2017, Liesegang *et al.* 2001). De acuerdo a Zotti *et al.* (2004) un desbalance en calcio y fósforo está asociado a muerte prematura de animales bajo cuidado humano, así como debilitación del hueso, fractura en la cola o las patas.

En la presente investigación se pudo observar que el consumo de fibra detergente ácido, fibra cruda y grasa tienen influencia en las variables morfométricas, las iguanas posiblemente requieren fibra para realizar sus funciones vitales en la región ceco-cólica y así obtener energía para el metabolismo. Se ha reportado que la fibra en el alimento de las aves origina alargamiento de los ciegos, así como provocan un aumento de la concentración de bacterias celulíticas, además de que el consumo, produce una reducción en la absorción de los lípidos a nivel intestinal (Savón 2002), la concentración de grasa en las dietas de las iguanas puede tener la misma función.

Por tamaño de las iguanas, todos los nutrientes mostraron diferencias, esto concuerda con lo mencionado por Durtsche (2004) quien indica que la aparente asimilación de elementos minerales varía dependiendo de las concentraciones de minerales y proporciones de elementos dentro de las dietas, de la edad, sexo del y tamaño de los animales. Aunado a lo anterior, hasta el momento no existen estudios suficientes y específicos en donde se describa el aporte de todos los nutrientes que conforman la dieta de las iguanas en vida silvestre y que puedan servir de comparativo con el consumo de ejemplares bajo cuidado humano.

7.1.11 Efecto de la proteína y energía en el comportamiento productivo.

La proteína se encuentra dentro de los nutrientes de las dietas como factor con efectos significativos, ya que interviene en el rendimiento del crecimiento, la calidad de la canal y en la salud de los animales (Zeng *et al.* 2015), debido a que es un constituyente esencial para todos los tejidos del organismo. Por otra parte, la energía es indispensable para el funcionamiento del cuerpo, para lo cual la relación energía/proteína debe ajustarse según la incidencia de algunos factores tales como el sexo, la edad, condiciones ambientales, algunos factores que producen demandas diferenciales en los nutrientes y sus relaciones (Sindik *et al.* 2008, Sossa & Barahona 2015). Lo antes mencionado tiene relación con los resultados obtenidos, ya que la proteína y energía influyeron en las variables correspondientes al crecimiento de las iguanas. Una adecuada combinación de los niveles de energía/proteína optimizará el crecimiento y el grado de alerta de los ejemplares. Ahora bien, específicamente para las iguanas de la presente investigación 2.7 Mcal Kg⁻¹ de energía metabolizable fue adecuado para influir en el crecimiento de la

longitud de la cabeza, aparentemente son los mismos requerimientos que las iguanas en etapa adulta ya que de acuerdo a lo reportado por Zurita-Carmona *et al.* (2009), la composición de su dieta tuvo 2.703 Mcal Kg⁻¹, es importante señalar que en el estudio de Zurita-Carmona *et al.* (2009) solo se evaluó la composición de la dieta y no la productividad de la iguana. En lo que respecta a la proteína cruda, el 28.3% de proteína cruda no influyó en el consumo de materia seca, pero si en la longitud total de las iguanas, caso contrario sucedió a lo reportado por Arcos-García *et al.* (2005a) quienes alimentaron iguanas juveniles con concentrado con 15.5% de proteína cruda y bajo temperaturas óptimas, quienes obtuvieron diferencias en el consumo de materia seca de las iguanas, pero no en la ganancia de peso, estos datos nos indican que las iguanas en etapa juvenil requieren de alimento superior a 28.3% de proteína cruda.

7.1.12 Eficiencia de utilización de la energía metabolizable y proteína cruda en función del consumo

Similar como en todos los animales endotermos, en las iguanas (ectotermos) se tiene que considerar el equilibrio proteico y energético relacionado aporte de nutrientes y energía; sino también el equilibrio energético con el ambiente ya que de esto va a depender el correcto desarrollo fisiológico, este equilibrio energético con el ambiente se logra cuando la energía ingerida es igual a la energía liberada al entorno por lo cual Daza-Pérez & Pérez-Miranda (2011) indican que si la energía consumida es superior a la perdida, el animal puede sobrecalentarse y morir; mientras que si la energía liberada al entorno es superior a la energía consumida de éste, el animal se enfriará y perecerá.

Las iguanas del presente trabajo utilizaron las cantidades de proteína cruda (>163.2 mg) y energía metabolizable (>1714.5 cal) para tener ganancia de masa muscular, crecimiento longitudinal y en algunos casos el excedente se fue a la formación de tejido adiposo (reserva de energía).

Existen estudios sobre la composición de la dieta y posible requerimiento nutricional de la iguana negra en etapa adulta (Zurita-Carmona *et al.* 2009 y Vélez-Hernández *et al.* 2012), así como el estudio realizado por Durtsche (2004) en donde evalúa la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes de *C. pectinata* en las diferentes etapas de su vida, a pesar de ello no se han determinado los requerimientos específicos de proteína cruda

y energía metabolizable para la especie en etapa juvenil, por lo cual la información obtenida es un acercamiento de las necesidades de la iguana negra bajo las mismas condiciones del experimento.

7.2 Correlación de las variables productivas en iguana negra

En la presente investigación la mayoría de las variables se correlacionaron positivamente, esto concuerda con los resultados obtenidos por Arcos-García *et al.* (2020). Sin embargo, la condición corporal no se correlacionó con ninguna variable, a pesar que las variables evaluadas son útiles para determinar la condición en hembras adultas como lo indica el autor antes mencionado.

La longitud total no se correlaciona con el diámetro de cadera ni tampoco con la longitud hocico cloaca, debido a que la longitud total depende de la longitud de la cola y está al ser un mecanismo de defensa puede modificarse, ya que no logran una regeneración total de la extremidad (García-Rosales & Martínez-coronel 2016), ocasionando que varíe la longitud inicial.

La correlación entre la variable longitud hocico cloaca y peso fue positiva, esto concuerda con lo indicado por Machorro *et al.* (2009), quienes mencionan que estas variables se van a correlacionar positivamente hasta los nueve años de edad.

VIII. CONCLUSIONES

El crecimiento de la iguana negra en etapa juvenil, alimentadas con 25.3 % de proteína cruda y 2.7 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable fue favorable en las condiciones del experimento.

La energía metabolizable de 2.7 Mcal kg⁻¹ incide en el crecimiento positivo de la longitud de la cabeza.

El mayor consumo de fibra detergente neutro, fibra cruda, grasa y calcio en la dieta de las iguanas fue en los tratamientos con 28.3 % de proteína cruda y 3.1 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable.

La longitud de la cabeza puede ser una variable adecuada para estimar el crecimiento de los ejemplares, ya que es una parte del cuerpo que no presenta variaciones aun cuando el peso tenga disminuciones.

El análisis de la digestibilidad en iguana negra, mediante la técnica de cenizas insolubles en ácido disminuye el error de medición en (un num).

Las iguanas juveniles con peso vivo entre 55.5 a 355.6 g necesitan consumir al menos 163.2 g de proteína cruda y 1714.5 cal de energía metabolizable diarios para mantenerse en equilibrio proteico y energético.

Es necesario establecer una escala para evaluar la condición corporal en la etapa juvenil de las iguanas ya que no es aplicable la que se utiliza para las hembras en etapa reproductiva.

IX. REFERENCIAS

- Abdo-de la Parra, M. I., M. C. León-López., L. E. Rodríguez-Ibarra., G. A. Rodríguez-Montes., G. Velasco-Blanco & J. C. Román-Reyes. 2016. Consumo de oxígeno del pargo flamenco *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) durante su cultivo larval. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51(1):51-59.
- Agudelo, G. 2011. Efecto de la temperatura sobre el metabolismo de *gonatodes albogularis* (sauria:gekkonidae). *Momentos de Ciencia* 8(1):27-32.
- Agudelo, G. A., M. F. Cerón & L. F. Restrepo. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21:39-58.
- Aguilar-López. L & L. Canseco-Márquez. 2006. Herpetofauna Del Municipio De Las Choapas, Veracruz, México. *Boletín de la sociedad herpetológica mexicana* 14(2): 20-37.
- Alarcón, J. F. 2021. Evaluación de dietas con diferentes proporciones de harina de insectos para incrementar la productividad en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Tesis de maestría, Universidad del Mar, Oaxaca, México.
- Alcaraz, M. 2009. Capítulo 6. Los consumidores en el ecosistema: producción secundaria. Pp: 188-214, In proyecto Andalucía.10ed., Hércules de ediciones, España.
- Álvarez Del Toro, M. 1982. Los Reptiles de Chiapas.3a ed. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Natural, 248 pp.
- Antonelli, M., C. Rosas & M. Rojas. 2012. Desarrollo de los miembros en los vertebrados. *Revista internacional de morfología* 30(4):1512-1519.
- Aranguren-Méndez, J., B. R. Román, O. Y, Villasmil, Z. Chirinos, J. Romero & E. Soto. 2006. Componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. *Revista científica* 16(1): 55-61.
- Arasa, G. M. 2005. Manual de nutrición deportiva. Paidotribo. España, 160 pp.
- Arcos-García, J. L. & R. López-Pozos. 2009. Alimentación en iguanas. Memoria de la XI reunión nacional sobre iguanas subcomité técnico consultivo para la conservación,

manejo y aprovechamiento sustentable de las iguanas de México, Puebla, Puebla, México, p:12-18.

Arcos-García, J. L., G. D. Mendoza, R. Bárcena, O. Villarreal & G. Leyte. 2010. Análisis reproductivo en hembras de *Iguana iguana* criadas en cautiverio en Oaxaca, México. *Veterinaria México* 41(4):251-262.

Arcos-García, J. L., J. Núñez, J. García, R. Del Pilar, H. Santiago & R. López. 2020. Body condition index in breeding black iguana females (*Ctenosaura pectinata*) in captivity. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 52(2):349-359.

Arcos-García, J.L., M.A. Cobos, D. Hernández, V.H. Reynoso, G.D. Méndoza & B.C. Aguilar. 2007. Digestibilidad de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) alimentadas con dietas a base de diferentes componentes de insectos y vegetales. *Revista Científica FCV-LUZ* 17(3):255-261.

Arcos-García, J.L., M.A. Cobos, V.H. Reynoso, G.D. Mendoza, M.E. Ortega & F. Clemente. 2002. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. *Veterinaria México* 33(4):409-419.

Arcos-García, J.L., V.H. Reynoso R., G.D. Mendoza M., F. Clemente S., L.A. Tarango A & M.M. Crosby. 2005a. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). *Revista Científica, FCV-LUZ*.15(4):338-344.

Arcos-García, J.L., V.H. Reynoso, G.D. Mendoza & D.H. Hernández. 2005b. Identificación del sexo y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas cría y juvenil. *Veterinaria México* 36(1):53-62.

Ardila-Robayo, M.C., A. L, Barahona-Buitrago, P.O, Bonilla-Centeno & D. R. Cárdenas-Rojas. 1999. Evaluación del crecimiento en *Crocodylus intermedius* nacidos en la estación de biología tropical "Roberto Franco" de Villavicencio. *Revista Académica Colombiana Científica* 23 (Suplemento especial): 425-435.

Arias, R. A., T. L. Mader & P.C. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos Médicos Veterinarios* 40:7-22.

Babarro, G. R & O. Hernández. 2013. Análisis comparativo del crecimiento e índice de condición corporal del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos tipos de

- zoocriadero en Venezuela y sus implicaciones para la conservación. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales 72(1):25-39.
- Bello-Sánchez, E. A., C. R. Corona-López & J. E. Morales-Mávil. 2012. Tamaño de camada de *Ctenosaura alfredschmidti* (Squamata: *Iguanidae*). Memoria del Primer encuentro latinoamericano y XIV reunión nacional sobre iguanas. Bahías de Huatulco, Oaxaca, México, p:35.
- Bícego, K. C & L. H. Gargaglioni. 2020. Fisiología térmica de vertebrados. Cultura académica, Sao Paulo, 359 pp.
- Blasco. R. R. 2015. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. Revista Española de Nutrición Comunitaria 21(1):243-25.
- Blázquez, C & R. Rodríguez-Estrella. 2007. Microhabitat Selection in Diet and Trophic Ecology of a Spiny-Tailed Iguana *Ctenosaura hemilopha*. BIOTROPICA 39(4):496-501.
- Bochi-Brum, O., M. D. Carro., C. Valdés., J.S. González & S. López. 1999. Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. Archivos de zootecnia 48:51-61.
- Bock. B. C.2013. *Iguana iguana* (Linnaeus) Iguana verde, Iguana común. Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia (1):10-14. Consultado el 14 de abril del 2022. https://www.researchgate.net/profile/MauricioRiveraCorrea/publication/255704153_Catalogo_de_Anfibios_y_Reptiles_de_Colombia_Vol_1_1/links/004635204390fccc8000000/Catalogo-de-Anfibios-y-Reptiles-de-Colombia-Vol-1-1.pdf#page=21
- Brandi, R. A & C. E. Furtado. 2009. Importancia nutricional y metabólica de fibra en la dieta de equinos. Resista brasileña de zootecnia 38:246-258.
- Bravera, G., O. Bocco, H. Beguet & A. Pertyna.2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. Consultado el 10 de enero del 20223. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
- Breuil, M., M. Day & C. Knapp. 2010. "*Iguana delicatissima*". Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2010.4 Consultada el 3 de mayo del 2023.
- Brooke. 2013. The Working Equid Veterinary Manual; Whittet Books, Essex. Consultado el 30 de noviembre del 2022.<https://www.thebrooke.org/sites/default/>

files/Chapter%20Bod%20Condition%20%28Spanish%29%20Final%20%281%29.pdf

- Brotóns, N. 2001. Nutritional and metabolic diseases (Pathology of reptiles). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado el 17 de noviembre del 2021. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ES2001001225>.
- Cañas, J.J., Galeano, E., T. Ruiz-Cortés & M. Cerón-Muñoz. 2007. Crecimiento ponderal de terneros Gyr x Holstein desde el nacimiento hasta los siete meses de edad. *Revista colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(4):578-579.
- Castro-Franco, R., M. G. Bustos-Zagal & F. R. Méndez-De la Cruz. 2011. Variación en la inversión parental y masa relativa de la nidada en la iguana de cola espinosa *Ctenosaura pectinata* (Squamata: Iguanidae) en el centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:199-204.
- Cedeño-Vázquez, J. R., F. González-Ávila & J. M. Castro-Pérez. 2011. Condición corporal del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en el Río Hondo, Quintana Roo, México. *Quehacer Científico en Chiapas* 1(11):19-26.
- Cerdas, R. R. 2013. Formulación de raciones para carne y leche. desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *Revista Intersedes* 14(29):128-153.
- Cervera, P., J. Clapés & R. Rigolfas. 2004. Alimentación y dietoterapia. 4 ed. McGrawHill. Interamericana, España, 417pp.
- Charruau, P., J. G. Pérez-Juárez., M. Medina., F. R. Méndez & J. Pérez-Flores. 2020. Bacterial flora of wild black (*Ctenosaura similis* Gray, 1831) and green (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758) iguanas from a Mexican Caribbean atoll. *Herpetology Notes*, 13:369-376.
- Chávez, C. L., E. Serrano-Martínez., M. Tantaléan., V. M. Quispe & G. Casas. 2015. Parásitos gastrointestinales en reptiles en cautiverio en Lima Metropolitana. *Revista de Investigaciones del Perú* 26(1):127-134.
- Ching-Jones, R. 2017. Índices productivos y reproductivos de fincas de cría de ganado bovino de carne en la zona Sur de Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED* 9(2): 247-256.
- Choperena, M & C. Ceballos. 2016. Guía de manejo veterinario de fauna silvestre para

las haciendas: Vegas de la Clara, la Candelaria y la Montaña de la Universidad de Antioquia. Universidad de Antioquia, Medellín, 89 pp.

Chowdhury, H. R., S. E. Flanagan., N. B. Frankel., M. S. Johnson & B. J. Kessler. 2012. Head-bobbing and sexual selection: the effects of size on courtship and territoriality in *Ctenosaura similis*. *Dartmouth Studies in Tropical Ecology* 22:17-20.

Ciofi, C., M. Milinkovitch, J. Gibbs, A. Caccone & J. Powell. 2002. Microsatellite analysis of genetic divergence among populations of giant Galápagos tortoises. *Molecular Ecology* 11: 2265-2283

CITES. 2019. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre. Pp: 2, In: Decimoséptima reunión de la Conferencia de las Partes Colombo, Sri Lanka.

CONABIO. 2022a. Iguana verde *Iguana iguana*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/26706-iguana-iguana>

CONABIO. 2022b. Iguana de cola espinosa del noreste *Ctenosaura acanthura*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/26701-ctenosaura-acanthura>

CONABIO. 2022c. Nopilchi *Ctenosaura clarki*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/27243-ctenosaura-clarki>

CONABIO. 2022d. Iguana mexicana de cola espinosa *Ctenosaura pectinata*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/26703-ctenosaura-pectinata>

CONABIO. 2022e. Iguana de cola espinosa oaxaqueña *Ctenosaura oaxacana*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/27248>

CONABIO. 2022f. Iguana negra de cola espinosa *Ctenosaura similis*. Consultado el 14 de abril 2022. <https://enciclovida.mx/especies/26704-ctenosaura-similis>

Condori, G., C. Ayala, C. Renieri, T. Rodríguez & Z. Martínez. 2018. Crecimiento alométrico en camélidos sudamericanos. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales* 1:48-53.

Contreras, J. L., A. Cordero, B. Reymundo, H. E. Ramos, A.J. Curasma & A. Delgado. 2020. Correlación fenotípica y estimación del peso vivo en bovinos criollos. *Revista de Investigación Veterinaria Peruana* 31(1): 1-10.

Contreras, J. L., A. G. Cordero, J. Curasma, D. Enríquez, L. Vilcapaza, N. Guitierrez & J.

- Del Solar. 2021. Caracterización biométrica y estimación del peso corporal en bovinos criollos en la comunidad de Chuñuranra-Huancavelica (Perú). Archivos de zootecnia 70 (271): 246-250.
- Cooper, W. E & J. A. Lemon-Espinal. 2001. Coordinated Ontogeny of Food Preference and Responses to Chemical Food Stimuli by a Lizard *Ctenosaura peptinata* (Reptilia:Iguanidae) Ethology 107:639-653.
- Córdoba, M. A., J. C. Acosta, H. J. Villavicencio & V. Astudillo. 2015. Análisis trófico de *Phymaturus punae* (Iguania: Liolaemidae): variación estacional y sexual en la región más austral de la puna argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad 86:1004-1013.
- Correa-Orozco, A & L. F. Uribe-Velásquez. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 63(2): 5607-5619.
- Cruz-Sáenz, D., D. Lazcano, E. Bailon-Cuella & B. Navarro-Velázquez. 2016. Notes on the Herpetofauna of Western Mexico 15: A New Food Item for the Western Spiny-tailed Iguana, *Ctenosaura*. Bulletin of the Chicago Herpetological Society 51(11):1-4.
- Cuamatzi, T. O & V. Melo. 2006. Bioquímica de los procesos metabólicos. Reverte, México, 362 pp.
- Cuartas, C. A., J. F. Naranjo, A. M. Tarazona & R. Barahona. 2013. Uso de la energía en bovinos pastoreando sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* y su relación con el desempeño animal. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 8(1):70-81.
- Cupul-Magaña, F. G & H. Hernández-Hurtado. 2002. Nota sobre el crecimiento de *Crocodylus acutus* en cautiverio. Revista Biomédica 13(1):69-71.
- Cupul-Magaña, F. G., A. Rubio- Delgado & A. Reyes-Juárez. 2004. Crecimiento en talla y peso del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) durante su primer año de vida. Revista Española de Herpetología 18:55-61.
- Daza-Pérez, E. P & R. Pérez-Miranda. 2011. Termorregulación de lagartos en la formación de profesores de ciencias naturales y educación ambiental. Ciencia & Educación 17(3):663-678.
- Daza-Pérez, E. P. 2015. La importancia de una enseñanza integrada y explícita sobre la

termorregulación en animales. Enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos 10:1-10.

- De Alcantara, E. P., D. Batista, C. Ferreira, T. Feitosa & R. Waldemar. 2015. Notas de historia natural 631 *Ctenosaura Oaxacana* (Oaxacan Spiny-Tailed Iguana). Revista de Herpetología 46(4):1.
- De Blas, C., J. Gasa & G. G. Mateos. 2013. Necesidades nutricionales para ganado porcino normas FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid, 102 pp.
- De La Ossa, V, J., Vogt, R., Schneider, L & A. De La Ossa. 2009. Influencia de la temperatura en el comportamiento alimentario de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines podocnemidae). Revista MVZ Córdoba 14(1):1587-1593.
- De Lucas, M. 2000. Análisis del binomio energía-medioambiente. Universidad de Castilla, España, 158 pp.
- De Voe, R.S. 2014. Nutritional Support of Reptile Patients. Pp:249-261, In Ritzma.T. K. Gastroenterology, An Issue of Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. Elsevier, Estados Unidos.
- Díaz, J. G. 2014. Demografía e historia de vida de la iguana nguio (*Ctenosaura oaxacana*: Iguanidae), para su conservación y manejo en la región de Nizanda, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- DOF. 2010. Proyecto de modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la norma oficial mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o Cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Consultado el 17 octubre del 2021. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420810&fecha=21/12/2015.
- Donoghue, S & S. McKeown. 1999. Nutrition of Captive Reptiles. Veterinary Clinics of North America: Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice 2(1):69-91.
- Donogue, S. 2003. Alimentación para la cría de camaleones. AZA Grupo asesor de nutrición que incorpora la ciencia de la nutrición en el manejo de animales en

- cautiverio. Consultado el 14 de marzo del 2023. <https://nagonline.net/>
- Durtsche, R. D. 2000. Ontogenetic plasticity of food habits in the Mexican spiny-tailed iguana, *Ctenosaura pectinata*. *Oecologia* 124:185-195.
- Durtsche, R.D. 2004. Ontogenetic Variation in Digestion by the Herbivorous Lizard *Ctenosaura pectinata*. *Physiological and Biochemical Zoology* 77(3):459-470.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2008a. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. I. Energía metabolizable. *Agronomía mesoamericana* 19(1):115-122.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2013. Requerimientos de energía para terneras de lechería. *Agronomía mesoamericana* 24(1):209-214.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2020. Estimación de la energía calórica en alimentos para ganado de leche según el modelo del NRC (2001). *Nutrición Animal Tropical* 14(2):39-50.
- Elizondo-Salazar, J.A. 2008b. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras, proteína metabolizable. *Agronomía mesoamericana* 19(2):123-130.
- Fajardo, V., M. Burguete & J. González-Morales. 2020. Calentamiento global y la fisiología de ectotermos: el caso de tres lacertilios mexicanos. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva* 27(3):1-10.
- Félix, O.M.R.2016. Estructura genética y endogamia poblacional de iguana negra *Ctenosaura pectinata* (reptilia: Squamata: iguanidae) en cautiverio. Tesis de Maestría, Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- Ferret, A., S. Calsamiglia, A. Bach, C. Devant, C. Fernández & P. García-Rebollar. 2008. Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo normas FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid, 54 pp.
- Fitch, H. S & R. W. Henderson. 1977. Age and sex differences in the *Ctenosaura* (*Ctenosaura similis*). *Contributions in biology and geology*. 11:1-11. Consultado el 07 de diciembre del 2022. <https://www.mpm.edu/sites/default/files/files%20and%20dox/C%26R/library/bio-geo/%23011%20MPM%20Contributions%20to%20Biology%20and%20Geology%20Number%2011.pdf>
- Fledelius, B., G. Jorgensen., H: Jensen & L. Brimer. 2005. Influence of calcium contenido of diet offered to leopard tortoises (*Geochelone pardalis*). *Veterinary Record* 156: 831-835.
- Flores-Villela, O & I. V. Rubio-Pérez. 2008. Ficha técnica de *Ctenosaura oaxacana*. Pp:4,

In: Flores-Villela, O. Evaluación del riesgo de extinción de setenta y tres especies de lagartijas (Sauria) incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK008. México, D.F.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. The Carnegie, México 17: 1-73.

Formiguera, X. 2004. Monografías humanitas. Obesidad: un reto sanitario de nuestra civilización. Fundación medicina y humanidades médicas, España, 212 pp.

García, A & G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, México, 180 pp.

García, A. 2009. Alimentación preventiva de la vaca en transición. Extensión Extra. Paper. Consultado el 30 de noviembre del 2022. 544. http://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/544.

García-De la Peña, C., Contreras-Balderas, A., Castañeda, G., & Lazcano, D. (2004). Infestación y distribución corporal de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) en el lacertilio de las rocas *Sceloporus couchii* (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta zoológica mexicana*, 20(2), 159-165.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de KÖPPEN. 5ª ed, Geografía, México, 92 pp.

García, G. J., J. A. Pacheco & A. Buenrostro. 2018. Bases técnicas para el manejo y crianza en cautiverio de la iguana verde (*Iguana iguana*): Una compilación para biólogos y zootecnistas. *Ciencia y Mar* 22(64):39-54.

García, L. P & G. López. 2007. Evaluación de la absorción y metabolismo intestinal. *Nutrición hospitalaria* 22(2):5-13.

García-Alix, A., M. Sáenz-de Pípaón, S. Martínez & J, Salas-Hernández. 2004. Utilidad del perímetro cefálico en el recién nacido para anticipar problemas en el neurodesarrollo. *Revista de neurología* 39(6):548-554.

García-Rosales, A. & M. Martínez-Coronel. 2016. Frecuencia de pérdida de la cola en un ensamble de lagartijas de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 32(2):174-

181.

- Garrido, A. A & M. E. Sandoval. 1992. Estado actual y perspectivas del conocimiento de las iguanas (*iguana*) y los garrobos (*Ctenosaura*) en México. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México. 167 pp.
- Garzón, A. D., M. A. Roa & A. M. Ramírez. 2008. Factores que influyen en el crecimiento endocondral: experimentos y modelos. *Revista Cubana de Ortopedia y traumatología*.22(1):http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2008000100006
- Gicca, D. F. 1982. *Enyaliosaurus clarki* (Bailey) Balsas Arned Lizard. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*. Consultado el 15 de abril del 2022 https://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/45217/0301_Enyaliosaurus_clarki.pdf?sequence=1
- Gómez-Mora, A., I. Suazo-Ortuño & J. Alvarado-Díaz. 2012. Distribución, abundancia y uso de hábitat de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) en el municipio de Buenavista, Michoacán. *Biológicas* 14(2):67-74.
- González, M. S & S. Fernández. 1981. La eficiencia de utilización del alimento. *Boletín del Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados*. Montecillo, México. pp: 1-19.
- González, M.S. 1980. The effects of nutritional and hormonal factors on compensatory growth. University of Nebraska, Lincoln. (Doctoral Dissertation). 99 pp.
- Google Earth. 2021. Google Earth. Consultado el 15 de noviembre del 2021.<https://earth.google.com/web/@62.57557326,15.74286952,218.26298523a,0d,15y,172.62148655h,86.94656359t,0r>
- Greenfield, H., & Southgate, D. A. 2003. Food composition data: production, management, and use. Food & Agriculture Org..
- Guerra, J.L. 2018. Manual de fisioterapia, 2^{da} ed. Editorial El Manual Moderno, México, 551 pp.
- Gutsche, A. 2006. Population Structure and Reproduction in *Ctenosaura bakeri* on Isla de Utila. *Iguana* 13(2):108-115.
- Hafez, E. S. E. 1972. Principios de la adaptación animal. In *Adaptación de los animales de granja*. Hafez, Ed. Herrero S.A, México, 13-30 p.
- Harald, J. 2004. Iguanas: sanas y felices, consejos básicos, como elegir, conocer y cuidar

su iguana, la iguana verde y otras especies de iguánidos. Manual Mascotas en casa, Hispano Europea, 64 pp.

Heras, M. M. 2017. Distribución potencial e iguana negra (*Ctenosaura pectinata* Wiegmann) e iguana verde (*Iguana iguana*, Linnaeus) en la región costa de Oaxaca. Tesis como requisito para obtener el grado de ingeniero. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Hernández, R. M & A. Sastre.1999. Tratado de nutrición. Diaz de Santos, Madrid, 1496 pp.

Hernández, R. M. 2022. Tratados de nutrición. Diaz Santos, México, 1491 pp.

Hernández-Espinoza, D. F., J. Oliva-Hernández, A. Pascual-Córdova & J. A. Hinojosa-Cuéllar. 2012. Revista Científica, FCV-LUZ 21(1): 24-31.

Herrera, M., & Luque, P. 2006. Departamento de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal 1:15-57.

Herrera-Cáceres, W & L. Hernández-Corredor. 2022. Caracterización morfológica de la cabra Motilona de Norte de Santander, Colombia. Revista MVZ Córdoba 27(1):1-7. e2149.

Hidalgo, V & H. Valerio. 2020. Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigación Veterinaria del Perú 31(2):1-7.

Hurty, C., E. Díaz., J. Campbell & A. Lewbart. 2001. Chemical Analysis of Six Commercial Adult Iguana, Iguana iguana, Diets. Nutrition Notes. 11(3):23-26.

INATEC. 2016. Manual de nutrición animal. Consultado el 08 de febrero el 2023. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15837/1/T-IASA%20I-005455.pdf>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021. Marco geoestadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Consultado el 23 de mayo del 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463849568>

International Trademark Association (INTA). 2014. Nutrición animal aplicada. Área de investigación en producción animal, 160 pp.

Kirkwood, J. K. 1991. Energy Requirements for Maintenance and Growth of Wild Mammals, Birds and Reptiles in Captivity. The Journal of Nutrition, 121(11): s29-s34.

- Klein, E. 2016. Una contribución a los hábitos alimenticios del garrobo gris (*Ctenosaura similis*) en el sur de Honduras. CEIBA 21(1):47-50.
- Köhler, G. 2004a. *Ctenosaura clarki*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T44194A10861033. Consultado el 14 de abril 2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T44194A10861033.en>.
- Köhler, G. 2004b. *Ctenosaura oaxacana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T44190A10859692. Consultado el 14 de abril del 2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T44190A10859692.en>.
- Koolman, J & R. Klaus-Heinrich. 2005. Bioquímica: texto y atlas. 3a ed. Médica Panamericana, España, 488 pp.
- Ku, V. J. C., E. G. Briceño, A. Ruiz, R. Mayo, R. Ayala, A. J. Aguilar, C. F. Solorio & L. Ramírez. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48(1):45-53.
- Lara, R. A. 2020. ¿Qué implicaciones ecofisiológicas tiene la actividad nocturna en reptiles "diurnos"? Una revisión. Acta biológica colombiana. 25(2): 314-326.
- Lara-López, M & A. González-Romero. 2002. Alimentación de la iguana verde *iguana iguana* (squamata: iguanidae) en la mancha, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana 85(n.s.):139-152.
- Lara-Resendiz, R. A. 2017. Un análisis cuantitativo del estado del conocimiento de la ecofisiología térmica de reptiles en México. Árido-Ciencia 1:36-47
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 2018. Diario Oficial de la Federación 19/enero/2018. México, D.F. Consultado el 04 de noviembre de 2021. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf.
- Liesegang, A., J. Hatt., J. Nijboer., R. Forrer., M. Wanner & E. Isenbügel. 2001. Influence of Different Dietary Calcium Levels on the Digestibility of Ca, Mg, and P in Captive-born Juvenile Galapagos Giant Tortoises (*Geochelone nigra*). Zoo Biology 20:367-374.
- López, A. C., Del Carpio, R. P., Del Carpio, R. H. Cabrera, C. R & N. González. 2016. Caracterización zootécnica del lagarto *Callopistes flavipunctatus* de Mórrope. Revista de Investigación y Cultura, Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo 5(2):

112-124.

- López, R. O., J. L. Arcos-García, G. D. Mendoza-Martínez, R. López-Pozos, S. J. López-Garrido & L. Vélez-Hernández. 2012. Parámetros reproductivos de las hembras de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en condiciones intensivas. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias 21(1):65-71.
- López, T., M. Altrichter, J. Sáenz & E. Eduarte. 2006. Valor nutricional de los alimentos de *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 54(2):687-700.
- López, Z. A. 2008. Patrones de dominancia en el comportamiento reproductivo de machos adultos de iguana verde (*Iguana iguana*). Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México.
- Luna-Figueroa, J & A. Uribe. 2017. Un menú diverso y nutritivo en la dieta de peces: el alimento vivo. Agroproductividad 10(9):112-116.
- Machorro, S. S., M. Herrera, J. L. Arcos-García, R. López-Pozos, G. D. Méndez & G. E. Leyte. 2009. Aplicación de la regresión polinomial en el modelo de crecimiento hocico-cloaca en relación con el peso en iguana negra *Ctenosaura pectinata* (Reptilia: Squamata: Iguanidae). Revista Ciencia y Mar 13(37):21-28.
- Machorro-Sámano, S., S. Gómez-Carretero, R. López-Pozos, G. D. Mendoza-Martínez & J. L. Arcos-García. 2022. Modelado de crecimiento del índice masa corporal-longitud total en machos de iguana negra *Ctenosaura pectinata* (Sauropsida: Squamata, Iguanidae). Ciencia y Mar 26(77):3-13.
- Macías, M., O. Martínez & J. Ly. 2005. Influencia del método de medición de índices digestivos rectales en cerdos criollo cubano alimentados con dietas de miel rica y afrecho de trigo. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 25:41-50.
- Macías-Cruz, L., L. Avendaño-Reyes, F. Álvarez-Valenzuela, N. Torrentera-Olivera, Meza-Herrera, M. Mellado-Bosque & A. Correa-Calderón. 2013. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(1):1-12.
- Malca, O. S., O. Lucas, T. Arbaiza, F. Carcelén & F. San Martín. 2006. Comparación de dos técnicas para determinar la digestibilidad proteica de insumos y alimentos comerciales para caninos. Revista de Investigación Veterinaria del Perú 17(2):96-103.

- Martín, J. 2002. Evolución de estrategias antidepredatorias en reptiles. Pp:471-478. In: Soler, M (ed.), Evolución: La Base de la Biología. Proyecto Sur, Granada, España.
- Martínez, A & E. De Victoria. 2006. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. Nutrición hospitalaria 21(2):1-14.
- Martínez, A. 2007. Parásitos digestivos en reptiles (en línea). Argos: Informativo veterinario 8(1):48-49. Disponible en file:///C:/Users/Dell/Downloads/parasitosreptilesARGOS128.pdf.
- Martínez-Maza, C. 2015. Fósiles bajo el microscopio: datos histológicos para reconstruir el desarrollo y el modo de vida de los vertebrados a través de la evolución. Pp:11, In: XIII Encuentro de jóvenes investigadores en paleontología Cercedilla.
- Martínez-Silvestre, A., S. Lavín & R. Cuenca. 2013. La bioquímica sanguínea en clínica de reptiles. Consulta de Difusión Veterinaria 200:31-40.
- Mata-Silva V., E. García Padilla, A. Rocha, D. L. Desantis, J. D. Johnson, A. Ramírez Bautista & L D. Wilson. 2021. A reexamination of the herpetofauna of Oaxaca, Mexico: Composition update, physiographic distribution, and conservation commentary. Zootaxa 4996(2):201-252.
- McDonald, P., R. A. Edward, J. F. Greenhalgh, C.A. Morgan, L. A. Sinclair & R. G. Wilkinson. 2013. Nutrición animal. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España, 672 pp.
- McDonald, P., R. A. Edwards & J. F. D. Greenhalgh. 1964. Nutrición animal. EUNET, Costa Rica, 395 pp.
- Melo-Ruíz, V. M., Cremieux, J, C., Rodríguez-Diego J. G & A. Villoch. 2018. Ganancia de peso, talla y sobrevivencia en *Crocodylus Moreletii* (Crocodylia:Crocodylidae) alimentados con extractos de tres tipos de insectos. Revista de Salud Animal 40 (2):1-5.
- Méndez-Sánchez. C.G., R. López-Pozos, H. Santiago-Romero, S. Machorro-Sámamo, J. García-Grajales & J. L. Arcos-García. 2022. Uso de diferentes niveles de proteína cruda en la dieta de crías de *Ctenosaura pectinata* (Sauropsida:Squamata, Iguanidae) en cautiverio. Ciencia y Mar 26(78):3-14.
- Mendoza, G. D., P. Hernández, F. Plata, J. Martínez, J. Arcos & H. A. Lee. 2022. Nutrición animal cuantitativa. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 581 pp.
- Mendoza-Martínez, G. D., F. X. Plata-Pérez., R. Espinosa-Cervantes & A. Lara-Bueno.

2008. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia trópico húmedo* 24(1):75-87.
- Meyer, J & H. Garret. 1969. Efficiency of feed utilization. in: *Techniques, procedures in animal science research*. American Society of Animal Science 166-174.
- Meza-Vélez, I. 2020. Capacidad de nado del pingüino fósil *Inkayacu paracasensis* Clarke, 2010 (Aves:Spheniscidae) con la tasa metabólica basal o estándar [Swimming capacity of the fossil penguin *Inkayacu paracasensis* Clarke, 2010 (Aves:Spheniscidae) with the basal or standard metabolic rate]. *Spanish Journal of palaeontology* 35(2):185-196.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). 2020. Manual Garrobo negro (*Ctenosaura similis*). Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Consultado el 09 de mayo del 2022. <http://www.marena.gob.ni/wp-content/uploads/2020/0b9/Publicaciones4.pdf>
- Molina, C., C. Señaris & G. Rivas. 2003. Los reptiles del Delta Orinoco, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 159: 235-264
- Mollinedo, P & G. Benavides. 2014. Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica* 41(1):2133-2136.
- Montanucci, R. 1968. Comparative dentition in four iguanid lizards. *Herpetologica* 24:305-315.
- Montealegre, M.D. 2017. Propuesta para el aprovechamiento de la iguana verde (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758) con un enfoque de participación comunitaria en el distrito de manejo integrado (DMI) serranía del Perijá (departamento de la guajira, Colombia). Universidad para la cooperación internacional.
- Morales-Mávil, J., E. Suárez-Dominguez & R. Corona- López. 2016. Biology and conservation of the Gulf Spiny-Tailed Iguanas (*Ctenosaura acanthura*) *Herpetological Conservation and Biology* 11(6):177-186.
- Mora-Valverde, D. 2010. Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Agronomía Mesoamericana* 21(2):357-366.
- Moscoso-Muños, J. E., O, Gomez-Quispe & V. Guevara-Carrasco. 2020. Contenido de energía metabolizable y energía neta del maíz, subproducto de trigo, harina de soya,

harina de pescado y aceite de soya para pollos de carne. *Scientia Agropecuaria* 11(3):335-344.

Murray, R. K., D. A. Bender, K. M. Botham, P. J. Kennelly, V. W. Rodwell & P. A. Weil. 2012. *Harper Bioquímica ilustrada*. 29 ed. McGrawHill. México. 139 pp.

Natera, M. M., Esqueda. G & M. Castelaín. 2015. *Atlas Serpientes de Venezuela. Una Visión Actual de su Diversidad*. Asociación Venezolana de Herpetología, 456 pp.

Nava, R. M., F. Urdaneta & A. Casanova. 2008. Gerencia y Productividad en Sistemas Ganaderos de Doble Propósito. *Revista Venezolana de Gerencia* 13(43):468-491.

Navarro-García, J., A. García & F. Méndez. 2008. Estacionalidad, eficiencia termorreguladora de *Aspidoscelis lineatissima* (Sauria: Teiidae) y la calidad térmica del bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:413-419.

Nelson, D. L & M.Cox. 2017. *Lehninger Principles of Biochemistry:International Edition*. 7 ed. MacMillan Learning, España, 1328 pp.

Nieves, D., A. Baraja, D. Geovanny, C. González & J. Ly. 2008. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*, 20(1):73-75.

Nieves, D., O. Terán, L. Cruz, M. Mena, F. Gutiérrez & J. Ly. 2011. Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:309-314.

Noblet, J. 2010. Desarrollo reciente y nuevas perspectivas en la valoración para ganado porcino. XXVI curso de especialización FEDNA. Consultada el 3 de noviembre del 2020.https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/18_8-10CAP_V.pdf.

Núñez, J. 2021. Condición corporal y manejo nutricional de la hembra de iguana negra (*Ctenosaura pectina*) para incrementar la eficiencia reproductiva en cautiverio. Tesis de Maestría, Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca, México.

Oonincx, D & J. Leeuwen.2017. Evidence-Based Reptile Housing and Nutrition. *Veterinary clinics: Exotic animal* 20: 885-898.

Orozco, Y., P. B. Cruz & Y. Calaña. 2020. La aplicación de factores de crecimiento en el desarrollo de la ingeniería de tejidos óseos. *Medicentro electrónico* 24(4):785-804.

- Ortega, M & Gómez D. 2006. Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria 31(12):844-848.
- Ortiz, J. J., J. L. Arcos-García, G. D. Mendoza, X. F. Planta, G. Fuentes & G. Ruelas. 2013. Effect of Lysine Addition on Growth of Black Iguana (*Ctenosaura pectinata*) Zoo Biology 32:277-280.
- Osuji.P.O., I. Nsahlai & H. Khalili. 1993. Feed evaluation. ILCA Manual 5. ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia, 40 pp.
- Paladines, O. 1991. Mediciones de la respuesta animal en ensayos de pastoreo: ganancia de pesos. *In*: Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Centro Integral de Agricultura Tropical. Colombia. 292 pp.
- Pasachnik, S. 2015. *Ctenosaura similis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T174480A73611567. Consultado el 14 de abril 2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20151.RLTS.T174480A73611567>. en.
- Patiño, P.R & E. Van Cleef. 2010. Aspectos fundamentales del crecimiento en ovinos. Revista colombiana ciencia animal 2(2):399-421.
- Pawlak, A., K. Morka, S. Bury, Z. Antoniewicz, A. Wzorek, G. Cieniuch, A. Korzeniowska-Komal, M. Cichón & G. Bugla-Ploskónska. 2020. Cloacal Gram-Negative Microbiota in Free-Living Grass Snake *Natrix natrix* from Poland. Current Microbiology 77:2166-2171.
- Paz-Lara, C., H. Mandujano-Camacho, J. Rojas-Trejo & J. Flores. 2017. Uso de ingrediente locales para la formulación de dietas para *Pecari tajacu* en una UMA de Veracruz, México. Quehacer Científico en Chiapas 12 (1):20-32.
- Perezgrovas, G. R. A & E: J. Sedano. 2019. Estudios sobre la fauna silvestre de México y las interacciones humana-animal. Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A. C. México, 238 pp.
- Pérez-Ramos, E. & L. Saldaña-De la Riva. 2005. Distribución ecológica de *Ctenosaura clarki* (Reptilia: Iguanidae) en Guerrero y Michoacán, México. Revista de Zoología (16):16-23.
- Pinacho, S. J. Arcos-García, R. López-Pozos, G. Mendoza & F. X. Plata. 2010. Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio en Oaxaca, México. Diario de zoología 5(20):467-472.

- Plaza-Díaz, J., O. Martínez & A. G. Hernández. 2013. Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: aspectos bioquímicos y metabólicos. *Nutrición Hospitalaria*. 28(4):5-16.
- PROFEPA. 2021a. Iguana verde (*Iguana iguana*). Consultada el 06 de diciembre del 2022. <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/iguana-verde-iguanaguana?idiom=es#:~:text=Las%20hembras%20adultas%20pueden%20medir,temperatura%2C%20salud%20y%20la%20edad.>
- PROFEPA. 2021b. Iguana Verde (*Iguana iguana*). Consultada el 07 de mayo del 2021. <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/iguana-verde-iguana-iguana?idiom=es#:~:text=Se%20pueden%20encontrar%20en%20diversos,y%20%C3%A1rboles%20dispersos%2C%20entre%20otros.>
- Ramírez, B. A. & X. Hernández. 2004. Ficha técnica de *Ctenosaura acanthura*. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. México, D.F. Consultado el 12 de abril del 2022. <https://enciclovida.mx/especies/26701-ctenosaura-acanthura>
- Ramírez, B. A & M.C. Arizmendi. 2004. *Ctenosaura similis*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F. Consultado el 13 de mayo del 2023. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Ctenosaurasimilis00.pdf>
- Ramírez, C., J. Daza & A. Peña. 2015. Tendencia anual de los grados día cafeto y los grados día broca en la región andina ecuatorial de Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(1):51-63.
- Real Academia Española. 2022a. Hábito. Consultada el 28 de noviembre de 2022. <https://dle.rae.es/h%C3%A1bito>
- Real Academia Española. 2022b. Imbricado, da. Consultado el 29 de noviembre del 2022. <https://dle.rae.es/imbricado>
- Real Academia Española. 2022c. Diurno, diurna. Consultado el 29 de noviembre del

2022. <https://dle.rae.es/diurno>
- Real Academia Española. 2022d. Nocturno, na. Consultado el 29 de noviembre del 2022. <https://dle.rae.es/nocturno>
- Rémésy, C. 2009. Alimentación y salud: una explicación para comprender, un ensayo para reflexionar. Siglo XXI. México. 121 pp.
- Reyes, S. N., R. Rodríguez, A. B. Mendieta, S. L. Mejía & A.P. Mora. 2010. Efecto de la suplementación con moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*panicum maximum jacq.*). *La calera nutrición animal* 1:60-69.
- Reynoso, V.H., M. Vázquez-Cruz, R.C. Rivera-Arroyo, E. Zarza-Franco & T.D. Grant. 2020. *Ctenosaura pectinata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T174478A1414553. Consultado el 14 de abril del 2022. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20202.RLTS.T174478A1414553.en>.
- Ricaurte, G. S. 2006. Importancia de un buen manejo de la reproducción en avicultura. *Revista electrónica de veterinaria REDVET* 8(4):1-16.
- Rioja, T., A. Carillo-Reyes., E. Espinoza-Medinilla & S. López-Mendoza. 2012. Basic ecology of the Oaxacan Spiny-tailed Iguana *Ctenosaura oaxacana* (Squamata: Iguanidae), in Oaxaca, Mexico. *Revista de Biología Tropical* (4):1613-1619.
- Roa, I & M. Meruane. 2012. Desarrollo del aparato digestivo. *Revista Internacional de Morfología* 30(4):1285-1294.
- Rocha, D. F., M. Van., D. Vrcibradic., M. C. Kiefer., V. A. Menezes & C. Costa. 2009. Comportamiento de termorregulación en lagartos brasileños. *Oecologia Brasiliensis* 13(1):115-131.
- Rodríguez, M. N., E. O. Simoes & R. Guimaraes-Junior. 2007. Uso de indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20(4):519-525.
- Rueda-Zozaya, P., D. Mendoza, M. Crosby, G. González & V. Reynoso. 2011. Efecto del tipo de alimento y el sexo sobre digestibilidad y eficiencia alimenticia. Utilización en la iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*). *Zoo Biology* 30: 349-354.
- Ruiz, M. E & A. Ruiz. 1990. Nutrición de rumiantes. IICA Biblioteca, Venezuela, 344 pp.
- Ruiz, P. R. 2011. Comparación de dos métodos in vitro para estimar la digestibilidad de

- pastos tropicales en rumiantes. Revista CITECSA 2 (2):13-25.
- Salvador, B. D. 2006. Química de los alimentos. 4a ed. Pearson Educación, México, 736 pp.
- San Miguel, A. A. 2006. Fundamentos de alimentación y nutrición del ganado. Alimentación y nutrición del ganado. Consultado el 4 de enero del 2023. http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/SanMiguel/APUNTES_PRESENTACIONES/PASCICULTURA%20Y%20SAF/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202012.pdf
- Santomá, G., G. G. Mateos, E. Borja, J. De los Mosos, P. Rebollar G., G. Mallo & A. Rivera. 2018. Necesidades nutricionales en avicultura normas FEDNA. 2a ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), Madrid, 167 pp.
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 36 (2): 91-102.
- Schoenau, E. 2006. El sistema muscular es el impulsor del desarrollo esquelético. Ann Nestlé 64:55-62.
- Segura-Campos, M., L. Chel-Guerrero & D. Betancur-Ancona. 2010. Efecto de la digestión en la biodisponibilidad de péptidos con actividad biológica. Revista Chilena de Nutrición 37(3):386-391.
- Shapiro, F & F. Forriol. 2005. El cartílago de crecimiento: biología y biomecánica del desarrollo. Revista ortopedia y traumatología 49(1). Consultado el 23 de mayo del 2023. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedicatraumatologia-129-articulo-el-cartilago-crecimiento-biologia-biomecanica-13070586>
- Silveira, S. C & K. Cardoso. 2010. Regulación de temperatura corporal en diferentes estados térmicos: Énfasis en la anapirexia. Revista de biología 5:1-6.
- Sindik, M., J.C. Terraes, L. Sandoval, F. Revidatti & R. Fernández. 2008. Efectos de diferentes relaciones energía/ proteína sobre el comportamiento productivo de pollos parrilleros hembras. Facultad de Ciencias Veterinarias 1:1-17.

- Sossa, C & R. Barahona. 2015. Comportamiento productivo de novillos pastoreando en trópico de altura con y sin suplementación energética. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 62(1):67-80.
- Steffen, K. D., R. O. Arias, L. Gortari & L. M. Gastón. 2022. Relación del grado de FAMACHA®, la condición corporal y edad en la producción diaria de leche de cabras Saanen en la provincia de Buenos Aire. *Analecta Veterinaria* 42(62):1514-2590.
- Suárez. D. E., J. E. Morales & C. R. Corona. 2013. La iguana de cola espinosa: sauria de los tejados tropicales. *Revista De Divulgación Científica Y Tecnológica De La Universidad Veracruzana La Ciencia y el Hombre*. Consultada el 12 de marzo del 2022. <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol26num1/articulos/lasiguanas.html>
- Suazo, O. I., D. J. Alvarado. 1994. Iguana negra. Notas sobre su historia natural. Morelia, Michoacán: Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fish and Wildlife Service, 77pp.
- Van Devender, R. 1982. Growth and ecology of spiny-tailed and green iguanas in Costa Rica, with comments on the evolution of herbivory and large body size. en Burghardt GM, Rand AS (eds) *Iguanas of the world*. Noyes, Park Ridge, NJ, 162pp.
- Van Marken W. D. L. 1992. Digestion in an ectothermic herbivore, the green iguana (*Iguana iguana*): Effect of food composition and body temperature. *Physiological Zoology* 65: 649-673.
- Vargas, B & J. Ulloa. 2008. Relación entre curvas de crecimiento y parámetros reproductivos en grupos raciales lecheros de distintas zonas agroecológicas de Costa Rica. Consultado el 14 de diciembre del 2022. <http://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/28crecxrep.PDF>.
- Vélez, H.L & P. M. Cobos. 1997. Comparación de la digestibilidad *in vitro* de tres leguminosas, entre bacterias cecales de iguana negra, del conejo y bacterias ruminales. Memoria del XV simposio sobre fauna silvestre. División de Educación Continua, UNAM. México (D.F) México.
- Vélez-Hernández, L., M. A. Cobos-Peralta & J. L. Arcos-García. 2012. Contenido de alimento y metabolismo ceco-cólico en el tracto digestivo de poblaciones silvestres de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en Morelos, México. *Archivos Médicos*

Veterinarios 44: 217-224.

- Vergara, C. G., J. C. Galeano & J. E. Parra. 2012. Efecto del método de colección sobre la digestibilidad total de soya extruida en cerdos. *Revista de ciencias agrícolas y animales* 1(1): 16-25.
- Vilaboa, A. J., R. P. Díaz, R. D. Platas, J. E. Ortega & M. A. Rodríguez. 2006. Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: dos propiedades emergentes de los agroecosistemas 31(1):38-44.
- Vitt, L. & J. Caldwell. 2014. *Hertetologia una introducción a la biología de anfibios y reptiles*. 4a ed. Academic Press, China, 757 pp.
- Von, B. H., V. Vilarino & G. Piñeiro. 2007. Emisión teórica de metano en tres sistemas de invernada para engorda de ganado en Argentina. *Ciencia e investigación agraria*. 34(2):121-129.
- Wawrzkiwicz, J.M & D. Colombatto. 2012. Propuesta de terminología para los reportes de laboratorios de nutrición animal. Nota Técnica. *Revista Argentina de Producción Animal* 32(2):135-147.
- Wendell, B. 1921. A revision of the lizards of the genus *Ctenosaura*. *Proc. New Engl. Zool. Club* 7:81-85. Consultado el 8 de febrero del 2023. <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/15751/USNMP-7327331928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Wilkinson, S. 2015. Reptile Wellness Managment. *Veterinary clinics: Exotic animal*. 1:1-24.
- Woolrich-Piña, G. A., J. A. Lemos-Espinal, L. Oliver-López, M. M. Calderón, J. E. González-Espinoza, F. Correa-Sánchez & R. Montoya. 2006. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus Grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatinae) que ocurre en la zona Centro-Oriente de la Ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana* 22(2):137-150.
- Zamora-Abrego, G., J.J, Zúñiga-Vega & A. M. Ortega-León. 2012. Ecología del crecimiento de una lagartija del género *Xenosaurus* Peters 1861 (Squamata: Xenosauridae) en la Reserva de la Biosfera, Sierra Gorda, Querétaro, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 321-333.
- Zaragoza, H.C., D. Mendoza, S. Ibarra, M. Crosby, C. Sánchez & B. Aguilar. 2004. Composición de la dieta de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) en el

norroeste del Estado de México, México. *Veterinaria México* 35(3):215-223.

Zeng, Q. F., P. Cherry., A. Doster., R. Murdoch., A. Adeola & T. Applegate. 2015. Effect of dietary energy and protein content on growth and carcass traits of Pekin ducks. *Poultry Science* 94 (3):384-394.

Zhang, W., N. Li, X. Tang, N. Liu & W. Zhao. 2018. Changes in intestinal microbiota across an altitudinal gradient in the lizard *Phrynocephalus vlangalii*. *Ecology and Evolution*. 8:4695-4703.

Zotti, A., P. Seleri., P. Carnier., M. Morgante & D. Bernardini. 2004. Relationship between metabolic bone disease and bone mineral density measured by dual-energy x-ray absorptiometry in the green iguana (*iguana iguana*). *Veterinary Radiology & Ultrasound* 45(1):10-16.

Zurita-Carmona, M.E., B. C. Aguilar-Valdez, A. Gonzáles-Embarcadero, G. D. Mendoza-Martínez & J. L. Arcos- García. 2009. Composición de la dieta, consumo de proteína y energía en iguana negra, *Ctenosaura pectinata* Wiegmann, 1834, y densidad poblacional en Santos Reyes Nopala, Oaxaca. *Universidad y Ciencia* 25(1):103-109.