

DIGESTIBILIDAD DE IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE DIFERENTES COMPONENTES DE INSECTOS Y VEGETALES.

Digestibility of Black Iguana (*Ctenosaura pectinata*) Fed With Diets Based on Differents of Insect and Vegetable Components.

José Luis Arcos-García¹, Mario Antonio Cobos Peralta², David Hernández Sánchez², Víctor-Hugo Reynoso³,
Germán David Mendoza Martínez⁴ y Beatriz Cecilia Aguilar Valdez⁵

¹ Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México. 71980. Apartado Postal 208, Tel.: (954) 588 3365. E-mail: jarcos@colpos.mx, jarcos@zicatela.umar.mx

² Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, km 36.5, Carretera México-Texcoco, Estado de México, 56230.

³ Instituto de Biología, Departamento de Zoología, UNAM, 56230. ⁴ Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-Xochimilco. Calzada del Hueso No. 1100, colonia Villa Quietud, C.P. 04960. México, D.F. ⁵ Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco, Estado de México, 56230.

RESUMEN

Se evaluó la digestibilidad de dietas con insectos y vegetales en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. Se utilizaron 60 crías alojadas en jaulas en grupos de cinco ejemplares. La temperatura dentro de las jaulas fluctuó de 22 a 35°C. Las dietas consistieron de la pupa de mosco (*Notonecta unifasciata*), alfalfa (*Medicago sativa*) y jitomate (*Lycopersicum esculentum*). Se utilizaron cuatro tratamientos alimenticios en los cuales se cambió la proporción de mosco:vegetales: 1:4, 2:3, 3:2 y 4:1 (base húmeda). Se utilizó un diseño completamente al azar y se usó el procedimiento de selección de variables por etapas para obtener ecuaciones de predicción para la ganancia diaria de peso y el consumo de materia seca. El consumo reveló una respuesta cuadrática ($P < 0,05$) mostrando un máximo con la proporción 3:1 (mosco: vegetal). Hubo diferencias ($P < 0,05$) en el consumo de proteína cruda entre tratamientos incrementando en forma lineal con la proporción de insectos. No hubo cambios ($P > 0,05$) en digestibilidad, conversión alimenticia y crecimiento de las iguanas. Se concluye que las crías de iguana negra (*C. pectinata*) hasta los siete meses de edad tienen la misma capacidad para digerir dietas a base de pupas de mosco *Notonecta unifasciata* y una combinación de alfalfa: jitomate.

Palabras clave: Digestibilidad, crías, insectos, vegetales, *C. pectinata*.

ABSTRACT

Digestibility of insect and vegetable diets was evaluated with captive newborn black lizard (*Ctenosaura pectinata*). Sixty juvenile black lizards were kept in cages, in groups of five specimens. Temperature ranged from 22 to 35°C. Diets were elaborated with fly pupae (*Notonecta unifasciata*), alfalfa (*Medicago sativa*) and tomato (*Lycopersicum esculentum*). Four diet treatments were applied with variations in insect:vegetables ratio (wet matter) 1:4, 2:3, 3:2 and 4:1. A completely randomized design was applied and the data was analyzed through stepwise procedure was used to obtain prediction equations for daily gain and dry matter intake. Intake showed a quadratic response ($P < 0.05$) with a maximum ratio of 3:2 (insect:vegetal). There were differences ($P < 0.05$) in protein intake among treatments increasing linearly as the proportion of insects augmented. No differences ($P > 0.05$) were observed in digestibility, intake, feed conversion, or growth of the iguana. It is concluded that black lizards (*C. pectinata*) up to seven months have the same capability to digest diets based on fly pupae and a combination of alfalfa:tomato.

Key words: Digestibility, hatchling, insects, vegetables, *C. pectinata*.

INTRODUCCIÓN

Una característica importante en los reptiles es el crecimiento continuo a través de su vida [28]; en iguana negra (*Cte-*

nosaura pectinata) el crecimiento es lento [5] y retrasa el inicio de la etapa reproductiva hasta los tres años de edad [44]. En la familia iguanidae, las especies que pesan menos de 100 g son insectívoras y las que pesan más de 100 g son herbívoras [28], el peso de las iguanas depende más de la disponibilidad y calidad del alimento que de la edad [2, 28, 33]. Los hábitos alimenticios de *C. pectinata* en vida libre se caracterizan de acuerdo con la edad en tres tipos: a) crías, donde los insectos son la dieta principal, b) juveniles, los insectos forman parte de la dieta, pero el consumo de hojas es más importante y c) adultos, las hojas son la parte más importante de la dieta y los insectos son consumidos raramente [10, 13, 17]. Se menciona que el consumo de artrópodos es mayor en época de abundancia y disminuye a medida que la disponibilidad es menor [17]. Sin embargo, el tipo de dieta ofrecida a las crías de iguana negra en cautiverio ha sido variada e incluye alimento concentrado para conejos y aves [6, 30], flor, coliflor, alfalfa, grillos, chapulines y larvas de mariposa [1, 6, 8]. Vélez y Cobos [41] mencionan que las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo, así como las condiciones ambientales de la región cecocólica en iguana negra son las que determinan las diferencias en la capacidad para digerir alimentos con alto contenido en fibra, consecuentemente se sugiere que las crías de iguana negra pueden tener baja capacidad de digerir fibra. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la capacidad digestiva de crías de *C. pectinata*, alimentadas con distinta proporción de insectos y vegetales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 crías de iguana negra de 59 días de edad, con peso promedio de $11,5 \pm 1,1$ g, longitud hocico cloaca de $75 \pm 2,8$ mm y longitud total de $265 \pm 8,7$ mm. Se alojaron en grupos de cinco ejemplares por jaula con medidas de 40 x 40 x 40 cm. La temperatura dentro de las jaulas se mantuvo con dos calentadores de resistencia por cinco meses, con fluctuación de temperatura de 22 a 35°C durante la noche y el día respectivamente. La cría en cautiverio de *C. pectinata* y los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de microbiología y nutrición animal del Programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Texcoco, estado de México, con una altitud de 2240 msnm, con latitud norte de 19°31' y longitud oeste de 98°53' [21].

Las dietas evaluadas consistieron en diferente proporción mosco:vegetales 1:4, 2:3, 3:2 y 4:1. El alimento vegetal que se ofreció consistió de tres partes de alfalfa (*Medicago sativa*) por una de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) en base fresca. El insecto proporcionado fue la pupa del mosco *Notonecta unifasciata* deshidratado. En la TABLA I se muestra la composición química de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, extracto etéreo, residual en solución detergente neutro y ácido de los ingredientes alimenticios utilizados [3, 39]. Las dietas y el agua de bebida fueron ofrecidas una vez al día a las 09:00 horas. El ensayo tuvo un periodo de adaptación de 15 días y el de muestreo duró 5 meses.

Para medir el consumo de alimento ($\text{mg anim}^{-1}\text{d}^{-1}$) se pesó diariamente el alimento ofrecido y el rechazado, el consumo voluntario se obtuvo por diferencia entre ambos valores [4]. La ganancia de peso (mg anim^{-1}) se determinó pesando a las iguanas cada semana, restando el peso final menos el anterior dividido entre siete [11], se determinó la conversión alimenticia como el alimento consumido dividido entre la ganancia de peso [11]. Para medir el crecimiento de las iguanas (mm) [28], se registraron dos medidas: 1) la longitud de la punta del hocico a la cloaca, medida que corresponde a la longitud del cuerpo y 2) la longitud de la punta del hocico hasta la punta de la cola, que se denomina comúnmente como longitud total.

Para determinar la digestibilidad aparente *in vivo* se recolectaron las excretas todos los días por tratamiento, posteriormente se prepararon muestras compuestas por mes para el análisis de proteína cruda (PC), materia seca (MS) y materia orgánica (MO) [3]. Las fracciones residuales en solución detergente neutro (RSDN) y ácido (RSDA) se obtuvieron por el método de Van Soest y col. [39]. Se calculó la cantidad de excretas y orina (mg), por medio de la separación manual, se identificó a la primera por ser oscura y la segunda de coloración blanca-pastosa [4, 18, 20].

Modelo matemático

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones (grupos de 5 iguanas) y se usó la prueba de Tukey para comparar las medias de tratamientos [31]. Se probaron contrastes lineal y cuadrático para las diferentes proporciones alimenticias [32]. El procedimiento de selección de variables por etapas se utilizó para obtener ecuaciones de predicción para ganancia diaria de peso y consumo de materia seca en función de la digestibilidad de nutrientes [31].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de materia seca en iguanas alimentadas con distinta proporción de insectos:vegetales fue similar

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) EN BASE SECA DE LOS
INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE
DIETAS PARA LAS CRÍAS DE IGUANA NEGRA/ CHEMICAL
COMPOSITION OF DRY-BASED INGREDIENTS USED IN
FORMULATING DIETS FOR NEWBORN BLACK LIZARDS

Componente	Mosco	Vegetales ²
Materia seca	88,0	10,7
Materia inorgánica	6,7	11,7
Proteína cruda	61,6	25,9
Extracto etéreo	7,9	3,9
Residual en detergente neutro ¹	25,5	13,7
Residual en detergente ácido ¹	14,2	13,4

¹Residual en solución detergente neutro y ácido. ²Proporción alfalfa: jitomate (3:1) en base fresca.

($P > 0,05$) en los diferentes tratamientos; sin embargo, mostró efecto cuadrático ($P < 0,05$) con un valor máximo de consumo para el tratamiento correspondiente a tres partes de mosco por dos de vegetales, estos resultados indican que las iguanas incrementaron el consumo de mosco, conforme hubo mayor disponibilidad de alimento a base de mosco en su ración. Con respecto al consumo de alimento se ha sugerido que las iguanas balancean su dieta en periodos de varios días [29], es decir, consumen alimento de acuerdo con la disponibilidad en su hábitat y posteriormente, seleccionan los alimentos que posiblemente contengan los nutrientes que precisan para llenar sus requerimientos nutricionales, dicho comportamiento puede modificar el consumo de alimento por periodos de varios días. En general, las deficiencias o excesos de nutrientes en las dietas disminuyen el consumo de alimento [11]; de manera diferente, el aporte de nutrientes de manera adecuado, puede estimular consumir mayor cantidad de alimento. El consumo de MS puede estar afectado con el llenado del tracto digestivo, donde el consumo de alimento voluminoso (vegetales) puede afectar la distensión del estómago, como en el caso de los rumiantes donde el consumo de forraje está limitado en parte por la distensión del rumen [9]. No se han estudiado los mecanismos de regulación del consumo voluntario en iguana negra, pero podría especularse que puede tener un control fisiológico por concentración de energía, tasa de pasaje y distensión del colon. Rueda y col. [30] observaron mayor consumo de alimento en crías de iguana negra, sin diferencias en la ganancia de peso, cuando se alimentaron con concentrado comercial balanceado para conejo (con mayor contenido de RSDN que con alimento para aves (menor contenido de RSDN y mayor de almidón).

Pough [28] menciona que en la familia *iguanae* las especies que pesan menos de 100 g son predominantemente insectívoras; de tal manera que se ha observado que las iguanas del género *Ctenosaura*, al eclosionar consumen insectos vivos, probablemente atrapan cualquier cosa que se mueve y que llama su atención para consumirlo [20]; sin embargo, en este experimento la pupa de mosco ofrecido estaba deshidratado y no estimulaba el consumo por movimiento.

El consumo de alimento como porcentaje del peso vivo en iguana negra criada en condiciones de cautiverio, hasta la edad de siete meses en promedio fue de 2,0% [4], que es similar al reportado por Rueda y col. [30] para crías de iguana negra y es mayor al reportado para *I. iguana* con rango de peso vivo de 540,1 g (0,69%) a 861,2 g (0,76%), con dietas conteniendo 18,6 a 27,3% de FDN; similar a las dietas ofrecidas en el presente estudio. El consumo en iguanas es inferior que en rumiantes domésticos juveniles (terneros Holstein 3,3%; terneros de engorda 2,7% y corderos 3,9%) [11].

El consumo de PC fue mayor ($P < 0,05$) para los tratamientos con proporción insecto:vegetales de 2:3, 3:2 y 4:1 en relación con la proporción 1:4; así mismo, se observó incremento ($P < 0,01$) lineal y cuadrático al aumentar la proporción de insecto en la ración (TABLA II). Los insectos representan una fuente de energía y aminoácidos esenciales importante en comparación con los vegetales [28, 34], esto puede explicar en parte las diferencias en el consumo de proteína en función de la proporción de insectos y vegetales. Se ha reportado en dietas que contienen entre 12 y 20% de proteína, reducción del crecimiento en iguana verde [16], a pesar de ser una especie que aparentemente no necesita en la dieta de altas concentra-

TABLA II
CONSUMO DE ALIMENTO Y DIGESTIBILIDAD DE LA DIETA EN CRÍAS DE IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*)
MANTENIDAS EN CAUTIVERIO/ FEED INTAKE AND DIGESTIBILITY IN NEWBORN BLACK IGUANA (*Ctenosaura pectinata*) IN CAPTIVITY

Variable	Proporción mosco:vegetales				EE(\bar{X}) ¹	Efecto	
	1:4	2:3	3:2	4:1		Lineal	Cuadrático
CMS	386,2	452,2	468,8	404,0	10,50	0,47	0,02
CPC	136,8 ^b	192,1 ^a	204,5 ^a	194,2 ^a	0,0001	0,003	0,01
CFDN	51,1 ^a	46,7 ^a	46,9 ^a	33,3 ^b	0,001	0,003	0,16
GDP	257,5	302,7	315,8	268,4	11,05	0,65	0,07
CA	1,50	1,49	1,49	1,53	0,03	0,76	0,65
DMS	74,30	73,90	74,58	73,52	0,19	0,79	0,81
DMO	75,82	76,40	76,39	75,74	0,17	0,96	0,61
DPC	75,91	76,96	77,47	76,35	0,18	0,75	0,41
DRSDN	38,92	41,44	45,07	45,16	0,42	0,12	0,69
DRSDA	36,54	34,75	41,34	38,66	0,49	0,42	0,90

Consumo (mg anim^{-1}) de: materia seca (CMS), proteína cruda (CPC), fibra detergente neutro (CFDN); ganancia diaria de peso (GDP, mg anim^{-1}), conversión alimenticia (CA); digestibilidad aparente (%) de: la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), proteína cruda (DPC), residual en solución detergente neutro (DRSDN), residual en solución detergente ácido (DRSDA). ¹ EE(\bar{X}), error estándar de la media. ^{a,b} Valores con diferente literal en la misma hilera son diferentes ($P < 0,05$).

ciones de energía y proteína; aunque, en el presente estudio con iguana negra el nivel de proteína no parece ser una limitante. Se conoce que el balance de aminoácidos influye sobre el consumo de alimento, el desequilibrio de aminoácidos causa disminución del consumo de alimento en aves, porcinos y ratas [11], puede ser factible que en vida libre, la iguana negra logre un balance de aminoácidos adecuado en la primera etapa de su vida por el consumo de una amplia variedad de insectos, pero quizá no se pueda alcanzar ese equilibrio en cautiverio por el consumo de una sola especie de insecto. Donoghue [15], menciona que el consumo de proteína para máximo crecimiento en iguana verde no se alcanzó con los niveles máximos de 31,4% de PC; sin embargo, quizá el factor más importante es la disponibilidad de aminoácidos limitantes y no la proteína total consumida. Estimaciones de nutrientes en dietas de iguana negra en vida libre nos muestran raciones que varían de 22,0 a 25,3% de PC [40, 45].

El consumo de residual en solución detergente neutro (CRSDN) fue mayor ($P < 0,05$) en las dietas ofrecidas con proporción mosco:vegetal de 1:4, 2:3 y 3:2, con respecto al tratamiento 4:1; lo que significa que el consumo de vegetales fue menor conforme se incrementó el nivel de insectos; se observó disminución lineal ($P < 0,01$) en el CRSDN a medida que disminuyen los vegetales en la dieta (TABLA II). Debe de tenerse precaución en la interpretación de los valores del RSDN, dado que la quitina de los insectos puede subestimar o sobreestimar la concentración real de paredes celulares. De hecho, se observó una tendencia ($P = 0,12$) a incrementar la digestibilidad de la fracción en el RSDN con mayor proporción de insectos. Las dietas de este estudio tuvieron una concentración baja del RSDN (8,2 a 13,2%); en los estudios de Arcos-García y col. [5] y Baer y col. [7], las dietas tuvieron un rango de FDN de 13,7 a 31,6%; por otra parte en los estudios de Durtsche [17], la variación fue de 39 a 61% de FDN. Los resultados indican que en este estudio, el nivel de RSDN no fue limitante para el consumo de alimento en *Ctenosaura pectinata* como en el trabajo de Rueda y col. [30].

La ganancia diaria de peso en crías de iguana negra fue similar entre tratamientos ($P > 0,05$) (TABLA II); la diferencia en el consumo de PC, no fue suficiente para modificar la ganancia diaria de peso de la iguana negra, lo cual se puede relacionar con los factores genéticos, ambientales y hormonales [23]. La diferencia en la ganancia de peso en el estudio de Arcos-García y col. [5], posiblemente fue debido al consumo y disponibilidad de proteína de las dietas; no obstante se han reportado mejoras en el consumo de materia seca sin incrementos en la ganancia diaria de peso [6].

No hubo diferencias ($P > 0,05$) en la conversión alimenticia, ni en la digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, residual en solución detergente neutro y ácido (TABLA II). La conversión alimenticia en las dietas en estudio son menores al reportado por Rueda y col. [30], quienes observaron un valor de conversión alimenticia en iguanas de 1,82 para las dietas con alimento de pollo y 3,59

para las dietas con alimento para conejo; sin embargo, los valores son similares en otros estudios con iguanas [5] y la diferencia de conversión con mamíferos domésticos es muy grande [19]; la mayor eficiencia en la utilización del alimento se puede asociar porque los reptiles tienen una tasa metabólica menor (1/3 a 1/10) comparada con los mamíferos de la misma talla, lo cual representa una ventaja evolutiva de adaptación fisiológica a los climas tropicales [24], considerando que la tasa de crecimiento es muy baja, las necesidades pueden cubrirse fácilmente al exceder los requerimientos de mantenimiento. Los estudios de Durtsche [17], muestran que la digestibilidad de la materia orgánica de los insectos es mayor en iguanas juveniles que en inmaduros y adultos, mientras que la digestibilidad de varios vegetales tiende a ser menor en juveniles.

La digestibilidad de la materia seca, orgánica, proteína cruda y los residuales en solución detergente neutro y ácido fueron similares ($P > 0,05$) en los diferentes proporciones Insecto: vegetales. La digestibilidad de los componentes alimenticios en el presente estudio presentan valores similares a los reportados por Throckmorton [35]. Los resultados sugieren que la digestibilidad de las dietas a base de insectos y vegetales es similar con alta o baja proporción de estos alimentos, la iguana negra presenta la misma capacidad para nutrirse con el mosco y con los vegetales ofrecidos. Sin embargo, se ha observado mayor digestión de la MO y PC por el consumo de insectos en *C. pectinata*, sin encontrar diferencias en la digestión de flores, hojas y frutas [17].

Se obtuvieron dos ecuaciones de predicción por medio de la selección de variables por etapas [31], para predecir la ganancia diaria de peso (GDP, $\text{mg anim}^{-1}\text{d}^{-1}$) y el consumo de MS (CMS, $\text{mg anim}^{-1}\text{d}^{-1}$) en función de las digestibilidad (%) de la MS (DMS), residual en solución en detergente neutro (RSDN) y de proteína cruda (DPC): $\text{GDP} = 4,0678 - 0,0235 (\text{RSDN}) - 0,8512 (\text{DMS})$; $R^2 = 0,71$, $\text{EE}(\bar{X}) = 0,009$; $\text{CMS} = 4,4230 - 0,0159 (\text{DPC}) + 0,0293 (\text{RSDN}) - 1,0045 (\text{DMS})$; $R^2 = 0,64$, $\text{EE}(\bar{X}) = 0,012$.

En los estudios de Troyer [36] se reporta que las crías, juveniles y adultos de *I. iguana* tienen la misma capacidad para degradar fibra insoluble en detergente neutro y proteína verdadera, con una variación en la digestibilidad aparente de la MS de 30,0 a 84,2% dependiendo del tipo de alimento consumido [38]. La digestibilidad del residual en detergente neutro y ácido no proporcionan valores reales porque la quitina forma parte de los componentes estructurales de los insectos [12, 22, 27], de tal manera que se puede inducir a fallas en la determinación de dichos componentes, aún cuando la única diferencia a nivel químico entre la celulosa y la quitina, es el grupo hidroxilo en el carbono dos por un grupo aminoacetilado [26]. Por lo tanto, es necesario validar las ecuaciones de predicción con dietas a base de vegetales, dado que pueden existir errores en la estimación de la GDP y del CMS.

En la TABLA III se aprecia que el crecimiento longitudinal por animal al día, longitud final, peso final (g animal^{-1}), excreción

TABLA III
LONGITUD, PESO Y EXCRECIÓN EN CRÍAS DE IGUANA NEGRA ALIMENTADAS CON DIFERENTE PROPORCIÓN DE MOSCO:VEGETALES HASTA LA EDAD DE SIETE MESES/ LENGTH, WEIGHT AND EXCRETION IN BLACK IGUANA NEWBORNS FED DIETS OF DIFFERENT INSECT AND VEGETABLE COMPONENTS AT SIXTH MONTHS OF AGE

Variable	Proporción mosco: vegetales				Media	EE(\bar{X}) ¹
	1:4	2:3	3:2	4:1		
Crecimiento (mm anim ⁻¹ d ⁻¹)*						
Longitud hocico cloaca	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
Longitud total	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,002
Longitud final (mm anim ⁻¹)						
Longitud hocico cloaca	115,4	119,8	121,7	117,0	118,5	0,11
Longitud total	384,6	403,4	404,8	391,7	396,1	0,40
Peso final (g anim ⁻¹)	44,6	53,9	55,8	49,1	51,6	1,55
Excreción (mg anim ⁻¹ d ⁻¹)						
Fecal	99,3	118,3	119,4	107,4	111,1	4,7
Ácido úrico	17,4	29,5	30,5	32,9	27,6	2,1
Ácido úrico (%)	17,7	24,7	26,3	30,5	24,8	1,7
CMS %**	1,9	2,1	2,1	1,8	2,0	0,03

¹ EE(\bar{X}), Error estándar de la media. * mm anim⁻¹d⁻¹: milímetros por animal por día. **CMS, consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo.

fecal (mg anim⁻¹ d⁻¹) y el CMS como porcentaje del peso corporal, fueron similares ($P > 0,05$) en crías de iguana negra, alimentadas con varios niveles de insectos y vegetales. En las condiciones experimentales de éste estudio, la iguana negra creció en promedio 2,7 mm por mes, en comparación con la iguana verde que crece 2,0 mm de longitud al mes en cautiverio [14], lo que sugiere que el manejo alimenticio, consumo de alimento y la digestibilidad de la dieta, en *C. pectinata* criadas en condiciones de cautiverio fue adecuado. Se ha observado que la tasa de crecimiento de los reptiles es muy lenta [43] y crecen nueve veces más lento que los pollos de engorda [44].

La iguana negra en cautiverio con longitud del hocico a la cloaca de 118,5 mm que fue la longitud final alcanzada en este experimento, consumió mosco y vegetales; a pesar que se menciona que los ejemplares con longitud hocico cloaca de 58 a 173 mm presentan alimentación básicamente insectívora [10, 37], lo que sugiere que el consumo de alimento está determinado por las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento.

El ácido úrico excretado en iguanas alimentadas con distinta proporción de insectos y vegetales en promedio fue de 24,8% con un rango de 17,7 a 30,5%, a pesar de no ser diferente estadísticamente la excreción de ácido úrico se observa que incrementa conforme aumenta el consumo de proteína cruda; sin embargo, el costo del insecto ofrecido en el presente estudio es una limitante para su utilización como fuente de proteína en la alimentación de la iguana negra. Los reptiles excretan ácido úrico, y requieren de 10 ml de agua por g de nitrógeno excretado en forma de un sólido blanquecino pastoso [18], este hecho se corroboró por Kitchell y Windell [25] por

medio del contenido calórico de la orina en *Anolis carolinensis* ($2,829 \pm 13 \text{ cal g}^{-1}$) que corresponde hasta cierto punto, con el valor de ácido úrico grado reactivo ($2,747 \pm 7 \text{ cal g}^{-1}$) reportado [42].

CONCLUSIONES

El consumo de alimento en crías de iguana negra, con distinta proporción de pupas del mosco *Notonecta unifasciata* y vegetales no afecta la ganancia de peso, crecimiento longitudinal hocico cloaca, longitud total y digestibilidad de las dietas alimenticias; por lo tanto, las crías de iguana negra se pueden alimentar con pupas de mosco y/o vegetales hasta los siete meses de edad.

AGRADECIMIENTO

Este experimento fue patrocinado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (proyectos: C-27273 y A-1/99/034).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUIRRE, H.V.; REYNOSO, R.V.H.; PÉREZ, G.E. Análisis poblacional e implementación de criaderos con el fin de diseñar estrategias de conservación de la iguana negra *Ctenosaura pectinata* en una población sujeta a una alta incidencia de caza. **Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio**. Dirección General

- de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: Pátzcuaro (Michoacán) México, Mayo 12. 27-30 pp. 1998.
- [2] ALVARADO, D.J.; SUAZO, O.I. Historia natural y conservación. Laboratorio de tortuga marina y biología de la conservación. **Las iguanas de México**. Facultad de biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 77 pp. 1996.
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTIC CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. 13th Ed. Assoc., Washington, D.C. USA. 1018 pp. 1984.
- [4] ARCOS, G.J.L. Evaluación de dietas, crecimiento y sexo de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) criadas en cautiverio. Colegio de Postgraduados. Montecillo (Estado de México) México. (Tesis de doctorado). 114 pp. 2001.
- [5] ARCOS-GARCÍA, J.L.; COBOS, P.M.A.; REYNOSO, R.V.H.; MENDOZA, M.G.D.; ORTEGA, C.M.E.; CLEMENTE, S.F. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. **Rev. Vet. Méx.** 33(4): 409-419. 2002.
- [6] ARCOS-GARCÍA, J.L.; REYNOSO, V.-H.; MENDOZA, M.G.D.; CLEMENTE, S.F.; TARANGO, A.L.A.; Crosby, G.M.M. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XV (4): 338 – 344. 2005.
- [7] BAER, D.J.; OLAV, T.O.; WILLIAM, V.R.; DUANE, E. ULLREY. Dietary fiber influences nutrient utilization, growth and dry matter intake of green iguanas (*Iguana iguana*). **Am Soc for Nutr Sci**. 127:1501-1507. 1997.
- [8] BARAJAS, C.N.; ORTEGA, R.G. Criadero en semicautiverio de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) e iguana verde (*Iguana iguana*) en el centro de conservación de tortuga marina y desarrollo costero El Chupadero, Municipio de Tecoman, Colima. **Primer Taller Nacional sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio**. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Pátzcuaro (Michoacán) México**. Mayo 12. 8-11 pp. 1998.
- [9] CAMPLING, R.C. Physical regulation of voluntary intake. **Third International Symposium on the Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant**. A. T. Philipson (Ed) Newcastle-upon-Tyne, England: Oriel Press. August 14. 226-234 pp. 1970.
- [10] CASAS, A. Anfibios y reptiles de la costa suroeste del Estado de Jalisco con aspectos sobre su ecología y biogeografía. Facultad de ciencias de la UNAM. México, D.F. (Tesis Doctoral). 316 pp. 1982.
- [11] CHURCH, D.C.; POND, W.G. Factores que influyen en el consumo de alimentos. **Fundamentos de nutrición y alimentación de animales**. Cap. 19. 1^a Ed. Editorial LIMUSA. México. 438 pp. 1987.
- [12] CONN, E.E.; STUMPF, P.K. Química de los compuestos biológicos. **Bioquímica Fundamental**. Cap. I. 3^a Ed. Editorial LIMUSA. México. 631 pp. 1976.
- [13] COOPER, W.E.Jr.; LEMOS-ESPINAL, J.A. Coordinated Ontogeny of Food Preference and Responses to Chemical Food Stimuli by a Lizard *Ctenosaura pectinata* (Reptilia:Iguanidae). **Ethol**. 107: 639-653. 2001.
- [14] DELGADILLO DE M., A.M. Producción y crianza de la iguana verde *Iguana iguana* en cautiverio. **Primer taller nacional sobre manejo de iguanas en cautiverio**. Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Pátzcuaro (Michoacán) México. Mayo 12. 24-25 pp. 1998.
- [15] DONOGHUE, S. Growth of juvenile green Iguanas (*Iguana iguana*) fed four diets. **J. Nutr.** 124: 2626S-2629S. 1994.
- [16] DONOGHUE, S.; VIDAL, J.; KRONFELD, D. Growth and morphometrics of green Iguanas (*Iguana iguana*) fed four levels of dietary protein. **J. Nutr.** 128: 2587S-2589S. 1998.
- [17] DURTSCHKE, R.D. Ontogenic variation in digestion by the herbivorous lizard *Ctenosaura pectinata*. **Physiol. and Biochem. Zool.** 77:459-470. 2004.
- [18] ECKERT, R.; RANDALL, D.; AUGUSTINE, G. Energética animal y relaciones con la temperatura. **Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones**. 4^a Ed. Editorial Interamericana McGraw-Hill. 683 pp. 1988.
- [19] SHIMADA, AM. Importancia e historia de la nutrición. **Nutrición animal**. Cap. I. 1^a Ed. Editorial Trillas. México. 388 pp. 2003.
- [20] FERREL, S.K. **Iguanas. Cuidados, crianza, variedades**. 2^a Ed. Editorial Hispano Europea, S.A. 95 pp. 1994.
- [21] GARCÍA, E. Tipos climáticos. **Los climas del valle de México**. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Serie SW sobretiros No. 6. 63 pp. 1968.
- [22] GILMOUR, D. Metabolismo de los hidratos de carbono. **Metabolismo de los insectos**. Cap. 3. Editorial Alhambra, S.A. 215 pp. 1968.
- [23] GONZÁLEZ, M.S. The effects of nutritional and hormonal factors on compensatory growth. University of Nebraska, Lincoln. (Doctoral dissertation). 99 pp. 1980.
- [24] JARCHOW, J.L.; PATTON, R.S. Aspectos prácticos de la nutrición de reptiles. **Primer ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio**. Asociación de Especialistas en Nutrición Animal, A.C. México D.F. México. 26 de Marzo. 37-41 pp. 1993.

- [25] KITCHELL, J.F.; WINDELL, J.T. Energy budget for the lizard, *Anolis carolinensis*. **Physiol. Zool.** 45:178-188. 1972.
- [26] LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Estructura y catálisis. **Principios de bioquímica**. Cap. II. 2^{da} Ed. Ediciones Omega S.A. 1013 pp. 1995.
- [27] MURRAY, R.K.; MAYES, P.A.; GRANNER, D.K.; VÍCTOR, W.R. Carbohidratos de importancia fisiológica. **Bioquímica de Harper**. Cap. 14. 11^a Ed. Manual Moderno. México. 713 pp. 1988.
- [28] POUGH, F.H. Lizard energetics and diet. **Ecol.** 54:837-844. 1973.
- [29] RAND, A.S.; DUGAN, H.A.; MONTEZA, D. VIANDA. The diet of a generalized folivore: *Iguana iguana* in Panama. **J. of Herpetol.** 2:211-214. 1990.
- [30] RUEDA-ZOZAYA, R. DEL P.; GONZÁLEZ-MONFIL, G; MENDOZA-MARTÍNEZ, G.D.; REYNOSO, V.H.; Digestibilidad y crecimiento en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) con dos tipos de alimento comercial. **VIII Reunión Nacional sobre Iguanas**. Lázaro Cárdenas (Michoacán) México. 19-21 Mayo. 61- 66pp. 2005.
- [31] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS for windows release. 6,12. Cary. 1996.
- [32] STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. Comparaciones múltiples. **Bioestadística. Principios y procedimientos**. Cap. 8. 2^a Ed. Editorial McGraw Hill. México. 622 pp. 1988.
- [33] SUAZO, O.I.; ALVARADO, D.J. Historia natural. **Iguana negra. Notas sobre su historia natural**. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en colaboración con Fish and Wildlife Service, Ecotonia A. C. México. 40 pp.1994.
- [34] SZARSKI, H. Some remarks on herbivorous lizards. **Evolut.** 16:529. 1962.
- [35] THROCKMORTON, G. Digestive efficiency in the herbivorous lizard *Ctenosaura pectinata*. **Copeiae.** 3:431-435. 1973.
- [36] TROYER, K. Diet selection and digestion in *Iguana iguana*: the importance of age and nutrient requirements. **Oecol.** 61:201:207. 1984.
- [37] VALENZUELA, L.G. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (reptiles: iguanidae) en la costa de Jalisco. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F. (Tesis de licenciatura). 67 pp. 1981.
- [38] VAN MARKEN, L.W.D. Digestion in an ectothermic herbivore, the green Iguana *Iguana iguana*: Effect of food composition and body temperature. **Physiol. Zool.** 65: 649-673. 1992.
- [39] VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 74:3583-3597. 1991.
- [40] VÉLEZ, H.L. Importancia de la microbiota cecal en la iguana (*Ctenosaura pectinata*) desde sus hábitos alimenticios. Colegio de Postgraduados, Estado de México (Tesis de Maestría). 90 pp. 1997.
- [41] VÉLEZ, H.L.; COBOS, P.M. Comparación de la digestibilidad *in vitro* de tres leguminosas, entre bacterias cecales de iguana negra, del conejo y bacterias ruminales. **XV simposio sobre fauna silvestre**. División de Educación Continua, UNAM. México (D.F) México. Octubre 29-31. 174-179 pp. 1997.
- [42] VINEGAR, A.; HUTCHISON, V.H.; DOWLING, H.G. Metabolism, energetics, and thermoregulation during brooding of snakes of the genus Python (Reptilia, boidae). **Zool.** 55:19-48. 1970.
- [43] WERNER, D.I. Manejo de la iguana verde en el bosque tropical. **Intercien.** 12:226-229. 1987.
- [44] ZUBIETA, R.T.L. Participación comunitaria para la cría y conservación de iguana verde en Maruata, Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo. (Tesis de Maestría). 207 pp. 1997.
- [45] ZURITA, C.M.E. Situación actual de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en el municipio de Santos Reyes Nopala, Oaxaca. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, Estado de México. (Tesis de licenciatura). 105 pp. 1999.