

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



# FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

CRECIMIENTO Y DIGESTIBILIDAD EN CRÍAS DE  
IGUANA NEGRA (*Ctenosaura pectinata*) COMO  
CONSECUENCIA DEL TIPO DE ALIMENTO,  
TEMPERATURA DE INCUBACIÓN Y SEXO

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO

P R E S E N T A

ROCÍO DEL PILAR RUEDA ZOZAYA

DIRECTOR DE TESIS: DR. VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES

MÉXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

División de Estudios Profesionales

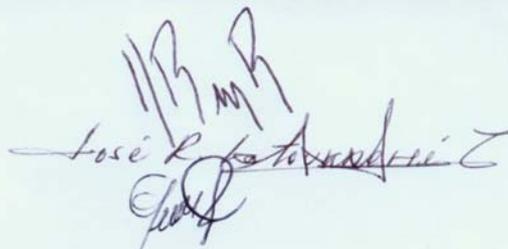
**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

"Crecimiento y digestibilidad en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*)  
realizado por Rocío del Pilar Rueda Zozaya  
con número de cuenta 40009709-1 , quien cubrió los créditos de la licenciatura en  
Biología

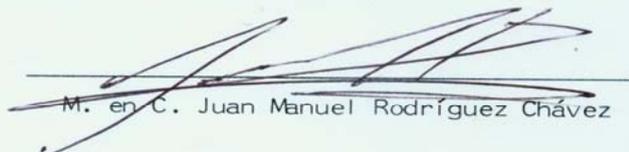
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Tutor (a)  
Propietario Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales  
Propietario Dr. José Román Latourmerie Cervera  
Propietario Dra. Patricia Guevara Fefer  
Suplente M. en C. María Magdalena Crosby Galván  
Suplente Dr. Germán David Mendoza Martínez

  
Ho. Magdalena C. G.  


**Atentamente**  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F., a 17 de agosto  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE BIOLOGIA

del 2006

  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGIA

## **DEDICATORIA**

A mis papás que siempre han estado conmigo incondicionalmente.

A mi hermana por aceptarme a pesar de que somos tan distintas.

A mis tías, tíos, primos, primas, sobrinas y sobrinos.

A Gustavo.

Al Dr. Germán Mendoza.

A todos mis amigos.

A la herpetofauna mexicana.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales, por la confianza y el apoyo brindados durante la realización de mi servicio social y posteriormente mi tesis. Sin su ayuda simplemente no se hubiera podido ejecutar este proyecto.

Al Dr. Germán Mendoza Martínez, por toda la ayuda, consejos y apoyo otorgados en la realización de los experimentos en el Laboratorio de Nutrición del Programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados, redacción de la tesis y sus aportaciones en todo lo referente a la digestibilidad. Por ser un excelente docente y mostrar siempre mucha disposición para trabajar y realizar los proyectos, y además de todo, ser un excelente amigo.

Al Dr. Fernando Plata por toda la ayuda que me brindó para hacer los análisis estadísticos en el paquete SAS, aún sin ser mi maestro o sinodal.

A la M. en C. Magdalena Crosby por las facilidades prestadas durante la realización de los análisis en el laboratorio del Colegio de Postgraduados.

Al técnico Anastasio del laboratorio de nutrición del Colegio de Postgraduados por ayudarme a correr todas las muestras.

A la señora Angelina, por su cariño y recibimiento en el laboratorio de nutrición del Colegio de Postgraduados.

Al Dr. José Román Latournerié por su valiosa contribución en los análisis estadísticos, en la corrección de redacción y sus atinados comentarios para enriquecer la discusión de la tesis, y por confiar en este proyecto.

A la Dra. Patricia Guevara Fefer por su valiosa colaboración para el mejoramiento en la redacción de la tesis.

A Georgina González Monfil, Raúl Soto, Silvia Hinojosa, Tania Galván y Karla Mera y por la ayuda que me dieron durante la realización de la fase experimental.

Al Dr. Juan Rivera Cázares por sus consejos en estadística.

A mis amigas Gina, Gilda, Ana Paula, Leslie, Lindsey, Amaranta, Azucena, Noemí, Érika, Teresa, Marcela. A mis amigos Rodrigo, Víctor Manuel, Enrique, Humberto, Raúl.

A todos los chicos de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles: Gina, Wendoli, Eugenia, Ana, Elisa, Rocío, Wendy, Marcela, Hunab, Roberto, Martín, Paco, José, Adriana, Henry, Arturo, Nicolás, Omar, Paty. Al señor Armando Borgonio.

El proyecto fue parcialmente financiado por el Instituto de Biología, UNAM. Las iguanas utilizadas fueron colectadas con el permiso especial de colecta Oficio

Núm/SGPA/DGVS/01126 de SEMARNAT a nombre del Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>REVISIÓN LITERARIA</b>	
Factores que influyen en el crecimiento .....	5
Efecto de la alimentación.....	8
Efecto de la alimentación en el consumo y digestibilidad.....	8
Nutrientes.....	15
Estimación de nutrientes en fauna silvestre.....	15
Análisis bromatológico de los alimentos.....	16
Las paredes celulares.....	18
Procesos digestivos.....	19
Digestibilidad aparente del alimento.....	23
Efecto de la temperatura de incubación.....	26
Efecto de la temperatura de incubación en el crecimiento.....	28
Efecto de la temperatura en la eficiencia digestiva.....	31
<b>OBJETIVOS GENERALES</b> .....	33
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b> .....	33
<b>HIPÓTESIS</b> .....	34
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	34
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b>	
Montaje del experimento y toma de datos de consumo y crecimiento.....	35
Análisis del contenido de materia seca y cenizas ácido insolubles en las heces y en los alimentos.....	41
Determinación de la digestibilidad.....	42
Análisis del contenido de fibra detergente neutro.....	42
Análisis estadístico.....	43
<b>RESULTADOS</b>	
Efecto del tipo de alimento en el peso.....	45
Efecto de la temperatura de incubación en el peso.....	47
Efecto del sexo en el peso.....	49
Efecto del tipo de alimento en la longitud hocico-cloaca.....	52
Efecto de la temperatura de incubación en la longitud hocico-cloaca.....	54

Efecto del sexo en la longitud hocico-cloaca.....	56
Efecto del tipo de alimento en la longitud de la cola.....	60
Efecto de la temperatura de incubación en la longitud de la cola.....	62
Efecto del sexo en la longitud de la cola.....	64
Análisis de regresión lineal en las variables de respuesta del crecimiento.....	68
Efecto del tipo de alimento en la digestibilidad y el consumo.....	74
Efecto de la temperatura de incubación en el consumo y la digestibilidad.....	76
Efecto del sexo en el consumo y la digestibilidad.....	77
<b>DISCUSIÓN</b>	
Efecto del tipo de alimento en el crecimiento.....	80
Efecto del tipo de alimento en el consumo y digestibilidad.....	82
Efecto de la temperatura de incubación en el crecimiento.....	86
Efecto de la temperatura de incubación en el consumo y la digestibilidad.....	90
Efecto del sexo en el crecimiento.....	91
Efecto del sexo en el consumo y la digestibilidad.....	91
Efecto del sexo y el tipo de alimento en el consumo y la digestibilidad.....	92
<b>CONCLUSIONES</b> .....	93
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	96
<b>ANEXOS</b> .....	101

## RESUMEN

Se desconocen muchos aspectos de la mayoría de las iguanas endémicas de México, por lo que es necesario realizar más investigaciones a fin de conocer las características biológicas más relevantes de estas especies y así implementar programas de conservación sustentados no solamente en información empírica. En el presente estudio se midió el crecimiento y la digestibilidad de 80 iguanas negras (*Ctenosaura pectinata*), tomando como variables morfométricas la longitud hocico-cloaca, la longitud de la cola y el peso, y para estimar los valores de la digestibilidad aparente se usó como marcador interno la ceniza insoluble en ácido, ampliamente manejada en estudios de digestibilidad de pequeñas especies. El diseño experimental fue completamente al azar, con un arreglo factorial de 2 X 2 X 2, en el que las variables independientes fueron el tipo de alimento, la temperatura de incubación y el sexo.

Los dos alimentos empleados fueron concentrados comerciales para herbívoros no rumiantes (conejina y pollina), con la finalidad de aproximar las características deseadas de los nutrientes al tracto digestivo de la iguana, que también es un herbívoro durante su etapa adulta. Las dos temperaturas de incubación empleadas fueron 29 °C y 32 °C que se establecieron de acuerdo a las experiencias acumuladas en esta especie. Se utilizó igual número de hembras y machos.

El alimento que favoreció el crecimiento en la longitud hocico-cloaca, longitud de cola y cambios en el peso vivo fue la conejina y la temperatura de incubación que favoreció estas mismas variables fue la de 29 °C. Las iguanas hembras presentaron la mayor longitud hocico-cloaca al finalizar el experimento. El experimento indica que la mejor manera para criar iguanas negras en cautiverio es con la combinación de incubación a 29 °C y dando como alimento la conejina.

## INTRODUCCIÓN

La carne de algunos reptiles se consume en todo el mundo y la de las lagartijas está comúnmente relacionada con beneficios medicinales derivados de su ingesta. Las iguanas tienen un antecedente histórico importante dentro de la cultura mexicana debido a que han constituido una fuente alimenticia, incluso sus huevos son considerados como afrodisíacos (Klemens, 1994). En menor escala, se les ha empleado con fines medicinales, de peletería o como mascotas.

Las iguanas forman parte importante de la herpetofauna de nuestro país, puesto que Iguanidae es una de las familias con mayor endemismo entre las lagartijas mexicanas. Su uso y la continua destrucción de sus hábitats han disminuido las poblaciones en vida silvestre.

Las iguanas del género *Ctenosaura* se encuentran en tierras áridas y subhúmedas de México y América Central. La iguana negra *Ctenosaura pectinata*, también llamada garrobo, miden aproximadamente de 29 a 36 cm en estado adulto, su coloración es negra, o café amarillenta, puede presentar algunas bandas transversales de color oscuro y/o claro, o bien, algunas presentan pequeñas motas oscuras o claras sin un patrón definido de distribución de color (Suazo-Alvarado, 1994; Valenzuela, 1981).

Las crías son de color verde muy brillante y después de varios meses adquieren una coloración más oscura. Existe dimorfismo sexual siendo los machos adultos de talla más grande y con una cresta dorsal más conspicua que las hembras. En la región femoral los machos presentan poros que son más evidentes que los de las hembras y secretan una sustancia pegajosa que aparentemente le sirve como una forma de marcar territorio durante la época de apareamiento (Suazo-Alvarado, 1994). Cuando las iguanas son crías no presentan dimorfismo sexual, por lo que resulta difícil distinguir los dos sexos.

La iguana negra se distribuye a elevaciones menores de 1000 msnm desde Sinaloa hacia el sur hasta el Istmo de Tehuantepec y en las Islas Isabel y Marías del Pacífico Mexicano

(Suazo-Alvarado, 1994). Utiliza una gran variedad de hábitats (Saldaña y Pérez 1987) que van desde bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, pastizal, bosque de *Quercus*, manglar, vegetación acuática, asociación de dunas costeras y cultivos de palma de coco.

*Ctenosaura pectinata* se ha considerado herbívora (Durtsche, 2004) o principalmente omnívora (Álvarez del Toro, 1972). En las especies *C. pectinata* y *C. similis* ocurre un cambio ontogenético en el que la alimentación de juveniles e inmaduros es insectívora y los mayores de estas categorías de edad se vuelven herbívoros. Valenzuela (1981) reportó restos de insectos en crías de iguana con una longitud menor a los 103 mm y en ejemplares mayores que esta talla encontró restos de materia vegetal. Se ha visto que esta especie consume una gran variedad de plantas que depende de la biodiversidad vegetal de su hábitat (Álvarez del Toro, 1972). En general consumen diferentes partes de la planta; las hojas son consumidas mayormente en verano y otoño, las flores y frutos en invierno y primavera, pero prefieren los brotes y hojas tiernas.

Las poblaciones de *Ctenosaura pectinata* han ido desapareciendo de algunas áreas del país y en otras se hallan francamente disminuidas, por lo que se le ha asignado la categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Si sus poblaciones disminuyen o si siguen operando factores que ocasionen un mayor deterioro o modificación del hábitat la especie podría llegar a encontrarse en peligro de extinción. Por este motivo, ya no pueden comercializarse los productos y subproductos de esta iguana.

Es necesario implementar programas eficientes de manejo y conservación de la iguana negra en cautiverio. De esta manera pueden reproducirse ejemplares con un éxito de eclosión alto, criarse desde recién nacidas hasta el año de vida, que es el periodo con mayor índice de depredación, y planear programas de repoblación. Así puede reintroducirse un número considerable de iguanas en vida silvestre y restaurar las poblaciones en su hábitat

natural. Desgraciadamente esto no solamente depende del éxito de la producción de iguana negra en los criaderos, sino también se requiere una acción conjunta de restauración de su hábitat y el cese de la cacería ilegal.

Hay algunos países que carecen de recursos para una planificación e implementación de programas de manejo de fauna silvestre adecuados, particularmente con aquellas especies que se emplean para consumo humano (Klemens, 1995). En México existen algunos criaderos de iguana negra, pero para cuestiones de alimentación carecen de fundamentos científicos acerca de sus requerimientos nutricionales, por lo que la poca información existente se basa en conocimientos empíricos de observaciones directas en el campo. Por este motivo, estos sistemas no son los más indicados para la cría en cautiverio ya que se han presentado problemas de obstrucción intestinal relacionados con la baja digestibilidad del material fibroso del alimento (Cobos, 1998; Arcos, 2001; Arcos *et al.* 2002).

Por la experiencia generada en otras especies animales criadas en cautiverio, la alimentación inadecuada es una de las limitantes que se tienen que enfrentar cuando se inicia un criadero. Abatir los costos de producción es el mayor reto, por lo que es necesario hacer estudios acerca de alternativas de alimentación para mejorar la producción de UMA y criaderos especializados en iguana negra, buscando una mayor eficiencia biológica que permita obtener ejemplares con un crecimiento adecuado reduciendo el tiempo de crianza y los costos de mantenimiento.

## **REVISIÓN LITERARIA**

### **Factores que influyen en el crecimiento**

Se puede definir el crecimiento como el incremento en la masa corporal a intervalos definidos de tiempo en forma característica para cada especie (Stamps, 1981; Andrews, 1983). El crecimiento efectivo implica un aumento en el peso y masa de tejidos estructurales (músculos y huesos) así como de los distintos órganos. Se caracteriza primordialmente por un incremento en la cantidad de proteínas, minerales y agua, asociados al metabolismo de nutrientes que producen (Shimada, 2003). El crecimiento deriva de varios procesos fisiológicos y metabólicos, pero los cambios que se presentan en el volumen de los tejidos no indican exactamente la serie de modificaciones que caracterizan toda la complejidad del proceso (Gutiérrez, 1986). Para estimar el crecimiento se debe emplear una combinación de medidas en peso y tamaño, ya que utilizar sólo una medida puede llevar a conclusiones erróneas; por ejemplo, un animal que esté recibiendo insuficientes proteínas y energía para el crecimiento de sus músculos y órganos aún así puede mostrar aumento de tamaño por el desarrollo de su esqueleto (Crampton, 1989; Church, 1992).

Los factores que afectan el crecimiento se agrupan en tres tipos: genéticos, ambientales y hormonales. Genéticamente se determina el nivel potencial máximo de crecimiento de acuerdo a la especie de que se trate y puede presentarse de acuerdo a factores ambientales, como el tipo de clima, temperatura, alimentación, espacio, humedad, etc. Los factores hormonales determinan el crecimiento en forma directa o indirecta por la acción de procesos endocrinos que se presentan en el organismo en algunas etapas de su vida (Zurita *et al.*, 2004).

El aumento del peso del animal sigue normalmente una pauta característica que está relacionada con la edad y puede provocar cambios en los requerimientos nutritivos. Por esto se emplean como índices de los requerimientos nutritivos las llamadas curvas de crecimiento normal. Si registramos periódicamente el peso de un animal desde el nacimiento hasta la madurez y se

representa gráficamente se obtendrá una curva que describe el proceso. Si se hacen estas mediciones en un grupo de animales semejantes la curva será uniforme y de forma sigmoidea. Los modelos de crecimiento más usados para muchos reptiles son el de Bertalanffy y el logístico. El primero es para crecimiento lineal mientras que el logístico se ajusta para reptiles con periodos inconstantes de crecimiento en los que, probablemente, algunos factores extrínsecos (disponibilidad de alimento, estrés hídrico, disponibilidad de espacio y pareja para apareamiento) jueguen un papel importante y determinen que se pueda presentar el crecimiento o no con una determinada velocidad. El modelo logístico describe el crecimiento no sólo en longitud sino también en masa (Andrews, 1983; Daniels, 2004). Los modelos son unas herramientas útiles para conocer y entender las fases del desarrollo en los reptiles a través de su vida.

En los reptiles, las curvas de crecimiento varían en las diferentes etapas de su vida, por ejemplo, la tortuga caguama (*Chelonia mydas*) presenta un crecimiento logístico, en el que la etapa juvenil es exponencial. En algunos lacértidos ocurre algo diferente: para *Iguana iguana* la curva de incremento de la masa es exponencial mientras que el crecimiento de su longitud hocico cloaca en la etapa juvenil es logístico (Andrews, 1983).

El crecimiento lineal varía considerablemente para cada grupo de reptiles. Esta variación es una función de dos factores: extrínsecos, que reflejan el ambiente físico y biótico del individuo; e intrínsecos, que están determinados por la identidad genética de la especie. Por esto, no resultaría raro que en ambientes áridos o en periodos de escasez de recursos se presenten retrasos o disminuciones en las tasas de crecimiento de algunos organismos (Dunham, 1978).

Existe poca información sobre crecimiento en muchas especies de reptiles. Se han elaborado diversos trabajos con lacértidos acerca del crecimiento limitado por factores extrínsecos. Por ejemplo, Andrews (1976) encontró que las poblaciones insulares de *Anolis* tenían tasas de crecimiento más bajas que las poblaciones continentales y explicó que esta diferencia se debía a

que las lagartijas insulares están generalmente limitadas en alimento, mientras que las continentales no. Dunham (1978) hizo un estudio similar con dos poblaciones de *Sceloporus merriami*, una insular y otra continental. Probó que la variación en la abundancia del alimento induce una variación predecible en la tasa de crecimiento. El alimento varió en proporción a la cantidad de insectos.

Las iguanas del género *Ctenosaura*, son unas lagartijas de talla grande, llegan a medir 1.5 m de largo, y hasta 489 mm de longitud hocico-cloaca. Se ha dicho que su talla al nacer se puede favorecer o restringir por la temperatura de incubación del nido, la temperatura ambiental durante los primeros meses de edad, y por la cantidad y calidad del alimento (Suazo y Alvarado, 1996). Sin embargo, no se han reportado estudios precisos al respecto que revelen estas afirmaciones.

Arcos *et al.* (2002) compararon el patrón de crecimiento de *C. pectinata* en dos grupos experimentales, uno en condiciones controladas en Montecillo, Texcoco, el otro en Nizanda, Oaxaca, puesto al libre albedrío de los campesinos. A las crías de Montecillo se les dio alfalfa, jitomate, larvas de mosco y alimento comercial para conejo, a las de Nizanda se les dio tulipacho, chapulines, larvas de mariposa y repollo. Los resultados mostraron que las crías en condiciones controladas tuvieron valores mayores de peso y longitud hocico-cloaca al final. La curva de crecimiento de las crías de Montecillo fue de tipo sigmoideal para ambos sexos. Sin embargo, las de Nizanda crecieron más lento y no alcanzaron las mismas tallas.

En otro experimento, Arcos *et al.* (2005) criaron iguanas negras en etapa juvenil alimentadas con cuatro tipos de dieta, alimento comercial para pollo, para gallina de postura, para conejo y alfalfa fresca, utilizando como criterio de crecimiento la ganancia de peso. El resultado mostró que las iguanas crecidas con alimento para conejo ganaron más peso que las de los otros tratamientos. Este resultado confirma que la composición del alimento debe adecuarse a las

características del tracto gastrointestinal de la especie, así como la calidad del alimento guarda una importante relación con el crecimiento de los ejemplares.

González (2005) realizó un estudio de crecimiento con crías de iguana negra en dos tipos de ambiente, uno con temperatura constante (30 °C) y otro en la intemperie. Utilizó tres temperaturas de incubación (26, 29 y 32) °C. La primera condición mostró un éxito de eclosión de sólo 4.8%, el segundo grupo 81.7% y el tercero 90.8%, lo cual evidencia que las temperaturas más cálidas favorecen un mayor número de eclosiones. No obstante, esto no implica que también los ejemplares tengan tallas mayores con temperaturas más calientes, puesto que los neonatos que presentaron mayor longitud hocico-cloaca (LHC) fueron los de 29 °C y después de seis meses se siguió manteniendo esta tendencia.

### **Efecto de la alimentación**

El objetivo principal de la alimentación es cubrir las necesidades de mantenimiento y después permitir el crecimiento y las funciones de tipo reproductivo, dependiendo del estado fisiológico del organismo. La nutrición es un factor esencial que establece si se podrán alcanzar o no los valores máximos de tamaño y desarrollo que están determinados previamente por el potencial genético. Un régimen nutritivo óptimo es el que permite al organismo manifestar totalmente esta herencia (Caselli, 1971; Abrams, 1968).

### **Efecto de la alimentación en el consumo y digestibilidad**

Los alimentos deben contener los elementos y nutrientes necesarios para la formación de los tejidos, una correcta realización de los procesos metabólicos y abastecer de sustancias que el animal sea incapaz de sintetizar (Mc Donald, 1981). Para calcular los requerimientos nutritivos de una especie tenemos que conocer su dieta y las características adaptativas de su tracto intestinal.

De acuerdo a los postulados de Pough (1973), las crías de iguana negra son principalmente insectívoras o bien omnívoras y por medio de estos hábitos alimenticios obtienen la energía necesaria para la síntesis de proteínas. Los individuos con mayor masa corporal pueden conseguir sus requerimientos energéticos únicamente con la herbivoría. Este postulado, aunque inicialmente parezca contradictorio, en realidad puede explicarse fisiológicamente debido a que la tasa metabólica basal y el tamaño del animal tienen una relación inversa, es decir, los animales más pequeños van a presentar tasas metabólicas mayores y esta característica se presenta tanto en homeotermos como en poiquilotermos (Fanjul, 1998). De esta forma se puede explicar que sólo 2% de las especies de saurios son herbívoras. Al ser las crías de iguana negra de talla pequeña, su tasa metabólica es mayor que la de las adultas por lo que su dieta insectívora les provee una fuente alta de proteínas.

Se puede relacionar el crecimiento de la iguana verde con la cantidad de fibra y proteína de la dieta. Por ejemplo, Donogue (1998) evaluó cuatro dietas con diferentes niveles de proteína en esta especie, encontrando que la proteína de la dieta afectó significativamente el crecimiento, el cual fue expresado como el porcentaje ganado en el peso corporal, la circunferencia del pecho y la longitud hocico-cloaca. En contraste, las observaciones que hizo en el campo mostraron que las iguanas en vida libre prefirieron plantas que tienen relativamente mayor cantidad de fibra y proteína.

El nacimiento de las crías de iguana negra casi siempre coincide con la temporada de lluvias, es decir, cuando incrementa la cantidad de vegetación y el número de insectos (Suazo y Alvarado, 1994). Las crías podrían comer igual número de plantas que de insectos, pero se especula que los insectos, al tener un elevado porcentaje de energía digestible a corto plazo, son preferidos porque les proveen mayor cantidad de nutrientes que las hojas, flores y frutos de la vegetación disponible en su hábitat. Además, los insectos contienen una gran concentración de

aminoácidos esenciales, los cuales se requieren en mayores cantidades en las primeras etapas de desarrollo.

En su alimentación en estado adulto la iguana negra utiliza una gran variedad de plantas, tales como el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), el huisache (*Acacia farnesiana*) o el frijol (*Phaseolus vulgaris*), de las que consume hojas, flores, frutos y brotes (Valenzuela, 1981; Arcos *et al.*, 2002). El cambio ontogenético de alimentación que se presenta de juveniles-inmaduros a adultos obedece a la disminución de los requerimientos nutritivos de la dieta y a la adquisición de una microbiota bacteriana que les permite la degradación de la celulosa (Troyer, 1982). El desarrollo de microorganismos en el tracto digestivo que permiten la digestión de paredes celulares de plantas está presente en especies de herbívoros de varios grupos animales. Es una estrategia que los faculta para utilizar la celulosa, que es el carbohidrato más abundante en el planeta (Van Soest, 1982). Algunas de estas especies pasan de una dieta de alta a baja digestibilidad en la que pueden consumir alimentos de menor calidad, debido a la disminución de los requerimientos de proteína asociada a un crecimiento menor (Maynard, 1969).

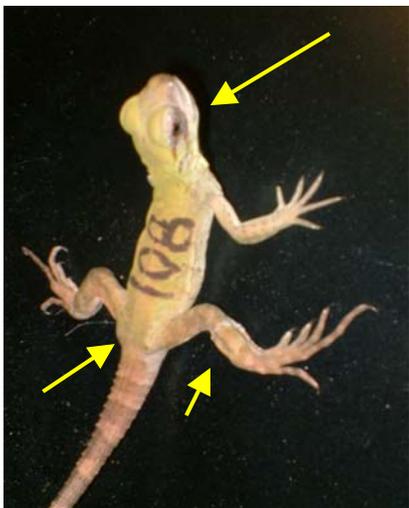
En un estudio con iguana negra, Valenzuela (1981) determinó el contenido de alimento en estómagos de juveniles y adultos, Encontró que la alimentación de los juveniles es primordialmente insectívora y que el cambio de alimentación insectívora a herbívora no es gradual, dado que los estómagos de adultos sólo contenían material vegetal. En ejemplares adultos de *Iguana iguana* se han encontrado restos de hojas, flores y frutos (en orden de aparición), pero ningún insecto. En *Ctenosaura pectinata*, los juveniles pueden digerir plantas, pero no las consumen porque los insectos son una mejor fuente de nutrientes, ya que contienen energía fácilmente digestible, proteínas y otros elementos. Los adultos ocasionalmente pueden consumir algún insecto, sin embargo, es evidente que su hábito alimenticio es principalmente herbívoro. La iguana verde lo presenta durante toda su vida (Köhler, 1999).

Valenzuela indicó que la iguana negra en Jalisco solamente se alimenta de la especie *Ficus mexicana*, pero se ha visto que en otras regiones también consume especies de la familia de las leguminosas (Troyer, 1984; Álvarez del Toro, 1972). Así, en *C. pectinata* las plantas dominan la dieta de los adultos e inmaduros, constituyendo 97.2% y 98.4% de peso y volumen de alimento respectivamente. Resultados en un estudio de Durtsche (2004), en el cual analizó el contenido estomacal de 65 ejemplares de iguana negra, sugieren que los juveniles y maduros tienen como fuente principal de alimento larvas de insectos, escarabajos y grillos. Los adultos, al consumir sólo hojas y flores del roble *Quercus wislizenii*, fueron estrictamente herbívoros. Este autor refiere que el cambio ontogenético de dieta de insectos a plantas toma lugar entre la etapa juvenil (10 g, 75 mm LHC) e inmaduro ( $\leq 173$  mm) a adulto ( $\geq 200$  mm LHC). La otra especie que también presenta un cambio ontogenético similar es *Ctenosaura similis*. Estos resultados no coinciden con los de Zurita (1999), quien determinó por estereoscopia la composición de la dieta analizando los contenidos estomacales de 14 iguanas adultas en Oaxaca, donde las leguminosas constituyeron 39.6% de la dieta, seguidas por especies de la familia Moreaceae (13.2%), piel de reptil (11.3%) y restos de la clase Insectae (9.4%). Con relación a la dieta, Álvarez del Toro (1972) reportó una dieta omnívora en Chiapas al registrar el consumo de plantas, frutas, flores, pajarillos y ratones. En el estado de Jalisco, Valenzuela (1981) reportó frutas, hojas, semillas, crías de aves, pescados, embriones de aves y larvas de mariposas. Los resultados de Zurita en Nopala, Oaxaca, coinciden con las observaciones sobre la adaptabilidad de la iguana a los recursos disponibles en su hábitat, por lo que se le podría considerar un herbívoro facultativo o generalizado y no estricto, como ya se ha sugerido (Suazo y Alvarado 1994, Alvarado y Suazo 1996, Vélez, 1997; Durtsche, 2004).

Se ha reportado que el consumo de las partes vegetativas tiene variación estacional, predominando el consumo de hojas durante todo el año (34 a 100%), incrementándose el de flores en la época de secas (11 a 43%), en tanto que los frutos se consumen en primavera y verano en

menor proporción (9 a 18%) (Valenzuela 1981; Suazo y Alvarado, 1994; Alvarado y Suazo, 1996). Existen otros reportes donde los frutos de *Pithecellobium dulce* y las hojas de *P. albicans* constituyen los principales alimentos de la iguana negra (Vélez, 1997).

En el caso particular de la iguana, además de suministrarle una dieta con una cantidad adecuada de nutrimentos acorde a su ciclo de vida, se debe vigilar que la proporción calcio-fósforo esté equilibrada, en caso contrario, a largo plazo este desbalance puede causar una enfermedad metabólica denominada osteodistrofia fibrosa o hiperparatiroidismo, la cual se caracteriza por una hinchazón de los músculos femorales y tibiales, reblandecimiento de los maxilares, parálisis de las extremidades e incluso, en un estado más grave, la muerte. Por ello se debe asegurar también tener a la iguana en exposición directa a la luz solar para la adecuada absorción de rayos UV, los cuales intervienen en la síntesis de vitamina D y en la fijación de este compuesto indispensable en la formación de los huesos (Oldham, 1975).



A



B

**Figura 1. Cría de iguana con osteodistrofia fibrosa (A). Nótese la malformación de los músculos del fémur y tibia, las protuberancias en la base de los dos miembros posteriores. La mandíbula inferior además presenta malformación. Iguana sin problemas de calcificación (B). El grosor de la musculatura femoral es normal.**

Las lesiones y signos (Figura 1) se relacionan con un exceso de la secreción de la hormona paratiroidea que se produce en respuesta a una deficiencia de calcio sérico ionizado. Esto puede afectar severamente el crecimiento debido a que la necesidad de calcio es elevada en la etapa de neonato y durante los primeros tres años de vida (Merck, 1979).

Existen diversos factores que pueden regular el consumo, entre ellos se encuentran el sabor o palatabilidad del alimento y sus propiedades físicas. Por ejemplo, el aroma puede ser un factor que estimule o no la ingesta (Caselli, 1971). En una dieta forrajera los aspectos que limitan la ingesta están directamente relacionados con el tamaño corporal y las características del tracto gastrointestinal, por lo que generalmente la cantidad de alimento consumido se expresa como porcentaje del peso vivo (Mendoza, *en prensa*).

En términos generales, los animales regulan su consumo por dos mecanismos: físicos o fisiológicos, los primeros corresponden a las características morfológicas del tracto digestivo y se pueden presentar en dietas con baja calidad nutricional, como en los herbívoros; mientras que los fisiológicos, que corresponden a una regulación por metabolitos de la digestión y absorción, están asociados a nutrientes digestibles y se presentan en no rumiantes y omnívoros (Van Soest, 1982). En la actualidad se desconoce cuál es el mecanismo de regulación del consumo en los reptiles (Shimada, 2003).

Se ha observado que en algunas ocasiones las iguanas presentan una clara preferencia por ciertas especies de plantas y al realizar un análisis posterior de las de su elección se ha visto que éstas tienen un alto contenido de proteína. Esta preferencia no está relacionada con la edad de la iguana (Garza, 2003). Este comportamiento coincide con el observado por Troyer (1984), quien utilizó ejemplares de iguana verde suministrándoles diferentes dietas con mezclas de materia vegetal, habiendo notado la clara inclinación de las iguanas hacia plantas con mayor calidad nutricional proteica. Lo mismo ocurre en las iguanas marinas de las Galápagos, quienes prefieren

las algas rojas que las verdes, siendo las primeras las que contienen más nutrientes disponibles (Wikelski, 1993).

Para el caso de las iguanas negras, aunque son predominantemente herbívoras en estado adulto, sus tendencias omnívoras permiten que se les pueda dar una gran variedad de alimentos cuando son criadas en cautiverio. Cobos *et al.* (1999) usaron cuatro dietas basadas en diferentes proporciones de insectos y vegetales, la primera con proporción alta de insectos, la segunda con una razón 2 : 3 de insectos y vegetales, la tercera con una razón 3 : 2 de insectos y vegetales y la cuarta con una proporción alta de vegetales. En general los datos mostraron que los tratamientos que contenían proporciones similares de insectos y vegetales presentaron mayor consumo que los de mayor proporción de insectos o los de mayor proporción de vegetales. De la digestibilidad obtuvo que los valores fueron iguales tanto en el consumo de la dieta con proporción mayor de insectos como en la de vegetales.

En otro experimento en cautiverio, Arcos *et al.* (2005) evaluaron la eficiencia alimenticia con 32 iguanas negras a las que suministraron alimento comercial para pollito en crecimiento, gallina ponedora y conejo, en cuatro tratamientos de temperatura. Concluyeron que el alimento para conejo promovió una mayor ganancia y consumo de materia seca. Estas variables aumentaban a medida que incrementaba la temperatura de tratamiento de baja a alta. La eficiencia parcial de utilización del alimento, que se obtiene por la pendiente de la regresión entre consumo y ganancia de peso (Rojo *et al.*, 2005), fue mejor con alfalfa fresca y alimento para conejo respecto a los otros dos alimentos de aves evaluados, a una temperatura media-alta. Como perdieron peso los ejemplares expuestos a temperatura baja y media-baja no se midió la eficiencia alimenticia en estos dos tratamientos.

## **Nutrientes**

Los alimentos dentro de sus fracciones de proteínas, grasas, fibra y minerales contienen nutrientes (aminoácidos, ácidos grasos, glucosa, calcio, fósforo, etc.) que son los compuestos que le dan el valor a un alimento en función de la disponibilidad y la utilización que tenga para el animal, ya sea para crecimiento, mantenimiento o reproducción (Mc Donald, 1999). Se han estudiado los requerimientos nutricionales de los animales domésticos, pero aquellos de los animales silvestres son en su mayoría desconocidos. Estos se pueden estimar a través del análisis de las dietas que consumen en vida libre y por medio de evaluaciones en cautiverio. La información de las dietas de vida libre nos permite realizar un diagnóstico de la calidad del hábitat, pero no representa necesariamente el requerimiento específico (Mendoza, *en prensa*).

Para la iguana verde, Garza (2003) analizó el alimento consumido por crías y adultos tratando de encontrar la relación entre la selección de alimento y el contenido de nutrientes. Halló que los frutos de *Spondias bombin* son preferidos y resultaron tener una mayor cantidad de humedad, los de *Ficus jimenezii* y *Ficus insipida* contenían mayor cantidad de fibra y los de *Pimenta dioica* tuvieron mayor contenido proteico. No obstante lo anterior, esto no significa que la iguana tenga la capacidad para discernir entre un alimento con mayor contenido nutricional que otro.

## **Estimación de nutrientes en fauna silvestre**

Arcos *et al.* (2002) observaron diferencias en el consumo de iguana negra en cautiverio en Montecillo, Estado de México con clima controlado y Nizanda, Oaxaca (con clima tropical no controlado). Al emplear dietas con contenido similar de proteína cruda pero con diferencias en la concentración de fibra y en su contenido de energía, los resultados a los dos años arrojaron

diferencias en el peso de las iguanas, siendo en Montecillo mayor ( $x_{media} = 232$  g vs. 30.2 g) comparando con Nizanda.

Exámenes del contenido proteico de dietas de iguana negra, según el estudio que realizó Vélez (1997), contenían alrededor de 22% de proteína. Los resultados de Zurita (1999) fueron de 25.3% de proteína, mientras que los estudios de Arcos (2001) mostraron dietas que variaron entre 35 a 43% de proteína con similares tasas de crecimiento para los ejemplares.

Las proteínas, indispensables para el crecimiento, tienden a ser limitadas en las dietas de los herbívoros en vida libre porque tienen poca abundancia en vegetales, lo contrario de lo que ocurre en los tejidos animales. La proteína disponible en las plantas es asimilada por las lagartijas herbívoras en proporción directa a la cantidad presente en la materia vegetal (Durtsche, 2004).

### **Análisis bromatológico de los alimentos**

El método más usado para análisis bromatológicos es el método proximal o de Weende, desarrollado en Alemania en 1800. Este método tiene ciertas limitaciones pues algunas de sus fracciones no determinan sustancias alimenticias puras, sino grandes porciones. Los análisis bromatológicos empleados comúnmente son los siguientes:

1) Materia seca: es el resultado de restar la humedad al alimento. Consiste en secar la muestra a peso constante, de tal forma que se elimina agua, ácidos grasos inferiores y sustancias volátiles como aceites etéreos. Se mide sobre dos bases: secada al aire y en base seca.

1.1) Secado al aire: es el peso seco en equilibrio con el aire ambiental.

1.2) Base seca: es el peso seco sin contacto con el aire ambiental. El valor es menor al secado al aire.

2) Cenizas: es el residuo inorgánico de la muestra incinerada calcinando la sustancia seca a 600 °C. Se determina con el propósito de analizar el mineral y definir el total de la materia orgánica y nutrimentos digestibles.

3) Proteína: son macromoléculas de masa molecular elevada formadas por aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos. Pueden estar constituidas por una o varias cadenas. Determinando el contenido proteico por el método de Kjeldahl se conoce el total del nitrógeno procedente de los grupos aminados de la proteína.

4) Grasa: es un grupo de ésteres que se forma por la unión de un glicerol y tres moléculas de ácidos grasos. Este análisis comprende las grasas neutras, lipoides, pigmentos y vitaminas liposolubles, así como otros compuestos orgánicos solubles en éter. La determinación de la grasa se lleva a cabo en el aparato de Soxhlet mediante extracción con éter hasta el agotamiento.

5) Fibra: es todo el componente de la pared celular vegetal. Actualmente se reconoce que el análisis denominado fibra detergente neutro desarrollado por Van Soest es la mejor alternativa para determinar los componentes de las paredes celulares. Éstas se fraccionan utilizando detergentes que se combinan con la proteína para hacerla soluble y un agente quelante (EDTA) que remueve los metales pesados y los iones alcalinos contaminantes. Cuando se hierve la muestra con un detergente neutro se solubiliza el contenido de la célula, dejando como residuo la fibra detergente neutro (celulosa, hemicelulosa y lignina).

6) Sustancias extractivas libres de nitrógeno: la fracción extractiva libre de nitrógeno comprende almidón, azúcar y todos los carbohidratos no integrados en la fracción de fibra. Esta porción se calcula únicamente restando de 100 la suma de los grupos determinados analíticamente.

## Las paredes celulares

La fibra se puede encontrar en varias partes de la plantas. Son células grandes, con paredes secundarias más o menos gruesas y ordenadas en trenzas. Estas paredes son muy persistentes durante toda la vida de la planta. Parecen ser dos partes de un sistema, una pared básica primaria presente en todas las células y una pared secundaria que sirve como una estructura de soporte y protección para la planta. Está compuesta principalmente por lignina, celulosa, hemicelulosa y algunas proteínas (Flores, 1977). En las paredes celulares existen también compuestos como mucinas, gomas y musílagos (secreciones de la planta) que no son parte de su estructura, pero que se encuentran delimitadas por ella. Estas sustancias por lo general se fermentan completamente en el tracto digestivo de una forma rápida (Van Soest, 1982).

La lignina es un polímero derivado del Fenil-propano que brinda rigidez a la pared celular. Es resistente al ácido y al álcali. Su contenido aumenta conforme avanza la edad de la planta y los enlaces químicos que tiene principalmente con la hemicelulosa y la celulosa, disminuyen la digestibilidad de la segunda.

Casi ningún organismo puede desdoblar la celulosa por sí mismo, para lo que requiere de una microbiota intestinal que le proporcione la enzima celulasa que rompe la molécula compleja. Nagy (1977) estimó la cantidad de celulosa presente en el intestino del chuckwalla *Sauromalus obesus*, para lo cual a un ejemplar le fueron removidos el contenido estomacal, el intestino delgado y el intestino grueso. Nagy no observó nemátodos en el contenido gástrico ni en el intestino delgado, pero registró una intensa actividad celolítica en el intestino grueso equiparable a la que se efectúa en el rumen de un bovino.

La relación que existe entre la microbiota intestinal y el animal que los contiene es de una simbiosis mutualista ya que los microbios emplean los azúcares resultantes de la digestión de la celulosa para su crecimiento. El hospedero obtiene beneficio al asimilar los productos de la

fermentación del azúcar (ácidos grasos volátiles de cadena corta e incluso la síntesis de algunas proteínas que el animal no es capaz de elaborar por sí mismo) gracias a la digestión y asimilación que lleva a cabo la microbiota (Van Soest, 1982).

### **Procesos digestivos**

En general los herbívoros de acuerdo con las características de su tracto digestivo se pueden agrupar en dos categorías: 1) Pregástricos: aquellos que tienen un órgano de fermentación anterior al estómago, ya sea rumiantes (vg. vacas, borregos, jirafa) o no rumiantes (vg. hámster, canguro); y 2) Posgástricos: aquellos que tienen un órgano de fermentación posterior al estómago, sea éste el ciego (vg. conejo, iguana) o el colon (vg. caballo) (Vélez, 1997).

Se conoce que los herbívoros no poseen enzimas secretadas por el aparato digestivo que digieran la celulosa y otros grandes polisacáridos. Sin embargo, para la desintegración de estos polímeros hay enzimas secretadas por microorganismos que habitan en el conducto digestivo. Se han identificado especies microbianas celulolíticas que fermentan la materia vegetal en el intestino de las iguanas verdes y de las negras (Garza, 1998; Arcos, 2001; Vélez, 1997). En Panamá se realizó un programa de alimentación en cautiverio de iguana verde en el que se dio a 21 crías de *Iguana iguana* tres dietas con diferentes concentraciones de celulosa y lignina (como parte de la fibra vegetal de la dieta), pero las concentraciones de hemicelulosa fueron similares (Baer, 1997). La tasa de ganancia de peso y la eficiencia alimenticia fueron más bajas menores cuando las iguanas fueron alimentadas con dieta alta en fibra que cuando lo hicieron con dieta media y baja en fibra, entre estas dos no hubo diferencia significativa. El consumo de la fibra soluble en detergente neutro y la fibra soluble en detergente ácido no fueron distintos cuando los ejemplares fueron alimentadas con dieta de fibra media y alta, pero ambos consumos fueron bajos cuando las iguanas fueron alimentadas con fibra baja. El consumo de la celulosa y la hemicelulosa no difirió entre las

tres dietas. La digestibilidad de la fracción de la fibra (fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulosa y celulosa) fue afectada por la concentración de la fibra en una relación inversamente proporcional. La ganancia de peso diaria y la proporción de consumo fueron más bajos cuando las iguanas fueron alimentadas con alta cantidad de fibra (Baer *et al.*, 1997).

En la región posterior del intestino delgado y en la anterior del intestino grueso ocurre el proceso de absorción de las partes digeridas de los alimentos. Los hidratos de carbono pasan a la circulación en forma de azúcares, las proteínas en forma de ácidos aminados y las grasas en forma de ácidos grasos simples y grasas emulsionadas, es decir, los alimentos complejos han sido reducidos a formas más simples y más fácilmente solubles para que puedan ser transportados al torrente sanguíneo. La digestión de los carbohidratos se produce en mayor cantidad en el intestino grueso de los herbívoros. Las sustancias que no pudieron ser absorbidas porque su digestión no fue completa continúan hacia el intestino grueso hasta formar las heces que son excretadas del cuerpo del animal posteriormente (Mc Donald, 1999).

La herbivoría en reptiles parece estar limitada a algunas tortugas y lagartijas que emplean la fermentación intestinal (de la región cólica) para degradar los compuestos complejos en estructuras más simples que puedan reabsorber y asimilar en el sistema digestivo (Durtsche, 2004). Durtsche encontró que el rendimiento digestivo en lagartijas herbívoras depende de tres factores: la elección de alimento de cierta calidad, la temperatura corporal que repercute en la velocidad de digestión y la eficiencia digestiva.

Parece no existir una adaptación especial en crías de iguana que las haga competentes para extraer la energía más eficientemente de material vegetal (Wikelski, 2003). Sin embargo, la iguana negra es un organismo posgástrico, y en la prolongación del ciego-colon presenta una arruga completamente circular y de 3 a 6 arrugas transversales (también llamadas válvulas) con forma de media luna, las cuales dividen esa sección del colon en compartimientos (Köhler, 1999).

Estas válvulas son de gran importancia para la digestión microbiana porque funcionan como cámaras de fermentación, importantes para la digestión de las paredes celulares (Terán, 1993). Únicamente las iguanas marinas de las Islas Galápagos carecen de esta segmentación del colon, que al parecer provee una mayor superficie para llevar a cabo la digestión de la fibra (Iverson, 1970; Wikelski, 2003).

La fermentación que se efectúa en las válvulas transversales de las iguanas es tan eficiente como la que realizan rumiantes mamíferos con estómagos especializados en la digestión de forrajes con alto contenido de fibra (Vélez, 1997; Cobos, 1998; Durtsche, 2004). Aunque los iguánidos no secreten enzimas que digieran la celulosa, hemicelulosa y otros grandes polisacáridos, la presencia de microorganismos celulolíticos y hemicelulolíticos que sintetizan enzimas para el proceso de degradación de estos compuestos complejos permiten aprovechar los productos finales de la fermentación bacteriana.

Los productos terminales de la fermentación, ácidos grasos volátiles (acetato, propionato y butirato) son absorbidos en la región más delgada de la pared del colon para ser aprovechados como fuente de energía por la iguana (Vélez, 1997; Köhler, 1999). Además de ayudar a la digestión mediante la descomposición de carbohidratos complejos, los microorganismos (bacteroides o *Ruminococcus*) son capaces de sintetizar algunos nutrientes esenciales, especialmente aminoácidos y vitaminas del grupo B (Mc Donald, 1999). Al igual como observó Troyer (1984) para la iguana verde, al cambiar sus hábitos alimenticios de insectívoros a herbívoros, las iguanas negras podrían consumir las excretas de los adultos para obtener la biota microbiana que les permite aprovechar la fibra y cambiar de dieta a vegetales. Las iguanas adultas no practican la cecotofía y no existe evidencia de que exista el proceso de formación del cecótrofo como en los lagomorfos (Cobos *et al.*, 2004).

El tiempo que permanecen los alimentos en el canal digestivo tiene gran importancia para el aprovechamiento de raciones de difícil digestión. Ese tiempo depende de la consistencia de la dieta y de la longitud del canal digestivo. Si el alimento permanece por más tiempo es más probable que se absorba una mayor cantidad de nutrientes y por lo tanto tenga mayor digestibilidad (Mc Donald, 1999).

La administración de raciones con abundante fibra a animales no rumiantes disminuye la digestibilidad de los demás nutrientes, ya que las proteínas, grasas y extractos libres de nitrógeno se encuentran contenidos en las células que a su vez están envueltas por paredes de difícil destrucción, lo que dificulta la acción de las enzimas (Mc Donald, 1999, Van Soest, 1982). Las proteínas y otros contenidos celulares pueden estar disponibles siempre que puedan ser extraídos por las enzimas adecuadas o por soluciones de detergente neutro (Van Keulen y Young, 1977).

Vélez (1997) comprobó la eficiencia digestiva de la iguana negra y la equiparó a la de un rumiante, para ello estimó la digestibilidad de la materia seca de la dieta en vida libre (Zacatepec, Morelos) y en cautiverio. También comparó la digestibilidad de un lagomorfo y un bovino Holstein. Tomó muestras de contenido cecal de iguana negra, de conejo y contenido ruminal de bovino y obtuvo que el tipo de fermentación de *C. pectinata* es tan eficiente como la que ocurre en el rumen de un bovino.

Tanto los resultados de Troyer (1984) como los de Vélez (1997) no coinciden con los de McBee y McBee (1976). El primero reportó que existe en la iguana negra una fermentación semejante a la que se presenta en el rumen, siendo el orden de producción de ácidos grasos volátiles la secuencia siguiente: acético > propiónico > butírico en la porción ceco-cólica. Por otra parte, McBee y McBee reportaron que el orden de producción es butírico > acético > propiónico; en tanto que Vélez señaló que la concentración se asemeja mucho a la del contenido ruminal de un

bóvido, siendo el orden de concentración de ácidos grasos volátiles acético > butírico > propiónico.

El conejo tiene procedimientos digestivos similares a los que presenta la iguana negra, pero realiza la cecotrofia, que es un proceso similar a la fermentación que se produce en la región cólica de la iguana, la diferencia es que en la iguana se realiza en el ciego y el alimento no aprovechado se elimina en forma de heces en un solo ciclo. En la cecotrofia el alimento pasa por el tracto digestivo dos veces; en la primer fase, se retiene temporalmente en el ciego, sitio de fermentación bacteriana, pero este material parcialmente digerido (cecótrofo) pasa al recto, donde el conejo toma los cecótrofos directamente del ano, los ingiere y vuelven a digerirse, pero en esta segunda fase se completa totalmente la digestión. Las bacterias que habitan en el ciego (*Clostridium sordelli* y *Peptostreptococcus tetradius*) son las encargadas de la digestión del almidón de la dieta, además de sintetizar proteína a partir de amoníaco, lo cual resulta muy favorable para el conejo cuando su dieta es pobre en nitrógeno. (Cobos, 2004).

### **Digestibilidad aparente del alimento**

Se conoce como digestibilidad a aquella fracción del alimento que es retenido por el animal, es decir, el porcentaje de alimento ingerido que ya no aparece en la correspondiente excreción fecal, además es una variable que nos indica la calidad de un alimento o dieta (Crampton, 1993; Maynard, 1979; Abrams, 1968).

Para conocer la digestibilidad de los distintos alimentos de una dieta, se pueden hacer experimentos en animales a los que se administra una ración y, mediante el análisis de las heces, se determinan los componentes que se deben restar de los alimentos. Las heces contienen no sólo alimento indigerido sino también productos metabólicos, incluyendo bacterias y desechos endógenos del metabolismo animal. En la digestibilidad aparente se considera el balance del

alimento menos las heces. El término “aparente” se refiere a que no se estima en forma directa puesto que están incluidos en el análisis las pérdidas de energía en forma de calor o gas, así como los residuos nitrogenados de los órganos del animal. Mientras tanto, la digestibilidad verdadera es el balance entre la dieta y los residuos de alimentos en las heces excluyendo productos metabólicos, por eso el coeficiente de digestibilidad verdadera es siempre menor que el de la digestibilidad aparente (Church, 1992). Los nutrientes que no aparecen de nuevo en las heces se consideran digeridos. La digestibilidad verdadera puede determinarse marcando en forma radiactiva el elemento que se desee conocer, este procedimiento resultaría complejo de efectuarse en iguanas, ya que son organismos de talla pequeña, pero sí se emplea para animales domésticos de grandes dimensiones (Flores, 1977).

Existen métodos indirectos para medir el coeficiente de digestibilidad de una ración que ofrecen resultados simples, rápidos y aceptables, entre ellos podemos encontrar marcadores internos o externos. Los marcadores internos son los restos indigestibles de la ración que el animal desecha en las heces, los más conocidos son la lignina y la ceniza insoluble en ácido. Los marcadores externos son los que se agregan a la ración del animal y se distinguen principalmente por tener color, que se puede observar fácilmente en las heces. El más usado es el óxido de cromo (Church, 1992).

En algunas ocasiones puede ser difícil medir la digestibilidad si no se conoce el porcentaje de nitrógeno endógeno que es eliminado a través de las heces, por ello resulta favorable el uso de un marcador interno, como la fibra, y dado que no existe fibra endógena, la medición de la digestibilidad de fibra detergente neutro o ácido representa el valor de digestibilidad verdadera (Church, 1992).

Throckmorton (1973) realizó un experimento en el que suministró una dieta con papa dulce (*Ipomoea batata*) a cuatro iguanas negras en estado adulto. La papa dulce contiene sólo 2.5%

de fibra por peso seco y a las porciones se les añadió colorante rojo con el fin de determinar posteriormente con las excretas el coeficiente de digestibilidad aparente. El resultado del valor medio de la digestibilidad fue 86.3% para las cuatro iguanas (Cuadro 5).

Durtsche (2004) examinó la digestibilidad, los valores nutricionales del alimento y el tiempo de tránsito intestinal de diferentes clases de alimento (flores, frutas, hojas e insectos) que fueron consumidos por tres iguanas negras (Cuadro 5), empleando óxido crómico como marcador externo. La fibra detergente neutro representa el total de la fibra de la planta y la fibra detergente ácido representa el contenido de lignocelulosa de las paredes celulares de la planta (Shimada, 2003).

**Cuadro 5. Valores del coeficiente de digestibilidad obtenidos por autores que han hecho experimentos de alimentación con iguana negra *Ctenosaura pectinata*.**

<b>Autor</b>	<b>Dieta</b>	<b>Fase del ciclo de vida</b>	<b>Digestibilidad de la materia seca (%)</b>
<b>Throckmorton</b> 1973	Papa dulce <i>Ipomoea batata</i>	Sd	86.3
<b>Arcos et al.</b> 2001	Proporción insectos-vegetales 1 : 4	Sd	74.3
	Proporción insectos-vegetales 2 : 3	Sd	73.9
	Proporción insectos-vegetales 3 : 2	Sd	74.6
	Proporción insectos-vegetales 4 : 1	Sd	73.5
<b>Durtsche</b> 2004	Fruto <i>Coursetia glaudulifera</i>	Inmaduro	84.5
		Adulto hembra	79.8
		Adulto macho	66.8
	Insecto <i>Eruciform larvae</i>	Juvenil	82.9
		Inmaduro	65.5
		Adulto hembra	61.1
		Adulto macho	62.0

Sd = sin datos.

En sus resultados, Durtsche obtuvo que la iguana negra tiene los más altos porcentajes de asimilación de materia orgánica frutal y floral sin importar la edad, pero notó que los juveniles asimilaron significativamente mayor materia orgánica de la dieta con insectos y fueron más eficientes que los adultos para metabolizar energía de la dieta con insectos. Este autor notó que a pesar de las proporciones similares de órganos del tracto digestivo en todas las edades, el tamaño de la cámara del colon parece ser inadecuado para la digestión fermentativa de materiales vegetales fibrosos en la etapa juvenil. También observó que el tiempo de tránsito intestinal es más prolongado con dieta de insectos comparada con vegetales, lo cual puede reflejar la falta de habilidad para digerir proteína de origen animal en adultos de iguana negra y la necesidad en los juveniles de incrementar el tiempo de retención del alimento en el intestino para la extracción de nutrientes.

El aparato digestivo de todo animal produce bióxido de carbono y metano en cantidades variables según la clase de animal y el tipo de alimento. La cantidad de metano aumenta en relación directa con el consumo de materia vegetal. El bióxido de carbono y el metano se disipan y el animal pierde parte de la energía contenida en el alimento. Al determinar la digestibilidad esta pérdida de energía puede ser en forma de gas o de calor (Nagy, 1977).

### **Efecto de la temperatura de incubación**

La temperatura es un factor importante que limita la distribución de los organismos y les permite llevar a cabo sus procesos metabólicos, reproductivos, de alimentación, etc. Los embriones de reptiles generalmente mueren cuando son expuestos a temperaturas o porcentajes de humedad extremos (Phillips, 1990). Así, estos animales tienen un rango de confort de temperatura en el que puedan efectuar todas sus actividades biológicas.

En algunas especies de reptiles la temperatura es un factor que determina el sexo. La temperatura de incubación embrionaria ha mostrado afectar el tamaño de la cría, la cantidad de vitelo residual, la coloración, el crecimiento y otras características que pueden influir en la sobrevivencia y/o reproducción futura. Rhen y Lang (1995), incubaron huevos de tortuga en temperaturas constantes de 24, 26.5 y 29 °C  $\pm$  0.1 °C. Sólo los machos se produjeron entre 23-27 °C y las hembras se dieron exclusivamente en y por arriba de 29.5 °C. Shine y Elphick (2001) simularon con tres incubadoras las temperaturas que pueden encontrarse en los nidos de *Bassiana duperreyi* en vida libre. La duración media de la incubación fue de 115 días para los huevos de la incubadora más fría durante todo el desarrollo, comparado con 92 días para los huevos mantenidos en la incubadora templada y sólo 62 para los de la incubadora más caliente. Estos resultados indican que el periodo de incubación puede reducirse cuando se incrementa la temperatura del medio y viceversa. El mismo proceso ocurre en *Iguana iguana*, las crías eclosionan cuando la temperatura de incubación media es de 29 a 30 °C (Delgadillo de Montes, 1998; Suazo y Alvarado 1996; Köhler, 1999), pero si se baja o sube este rango de temperatura, el periodo de incubación aumenta o disminuye, respectivamente.

Licht (1965) dividió 39 huevos de iguana verde en tres tratamientos de incubación a 20 °C, a 30 °C y a 36 °C. El mayor éxito de eclosión fue a 30 °C, siete crías sobrevivieron a 20 °C y a 36 °C todos los embriones murieron. Es evidente que la temperatura más cercana a los 30 °C es requerida para el desarrollo de los embriones de esta especie. Phillips (1990) encontró que el éxito de eclosión fue mayor en los huevos incubados a 29 °C y que las crías con mayor longitud total se presentaron en este régimen de temperatura pero la longitud hocico-cloaca fue mayor en crías incubadas a 31 °C. González (2005) incubó más de 200 huevos de iguana negra en tres tratamientos de incubación: (26, 29 y 32) °C. El éxito de eclosión del primero fue considerablemente bajo, con sólo 4.2%, el segundo fue 81.7% y el tercero 90.8%. Midió el

incremento en el peso, en la longitud hocico-cloaca (LHC) y en la longitud de la cola. Obtuvo que la temperatura de incubación tuvo un efecto significativo en la LHC y el sexo no tuvo influencia para ninguna variable. Las iguanas incubadas a 29 °C fueron más grandes al nacer que las de 32 °C y también al finalizar el experimento.

### **Efecto de la temperatura de incubación en el crecimiento**

La temperatura de incubación afecta comúnmente la sobrevivencia, metabolismo, crecimiento y desarrollo embrionario de los reptiles (Phillips, 1990). Cuando se someten embriones a una mayor temperatura aumenta el consumo de vitelo y crecen más que aquellos que son expuestos a temperaturas menores (Licht, 1965), pero las temperaturas extremas pueden provocar malformaciones, bajos porcentajes de eclosión o incluso la muerte de los embriones (Suazo y Alvarado, 1994).

Las trayectorias de las curvas del crecimiento de la tortuga lagarto *Chelydra serpentina* muestran que la masa de las crías está en relación directa con la temperatura de incubación y la edad. Rhen y Lang (1995) en un experimento con tortugas de esta especie observaron que la temperatura de incubación tiene una fuerte influencia en el crecimiento, y cualquier diferencia observada durante éste se atribuyó al sexo *per se*. El mismo patrón se observa en la lagartija *Podarcis muralis*, esta especie fue empleada en un experimento hecho por Van Damme (1992), cuyos resultados mostraron que los juveniles de huevos incubados a temperaturas bajas (24 y 28) °C exhibieron un mayor crecimiento posteclosión que sus hermanos incubados a temperaturas más altas.

En la lagartija australiana *Bassiana duperreyi* la mortalidad de los huevos no está influida por la temperatura de incubación, pero sí afecta la tasa de crecimiento. Elphick y Shine (1997) emplearon temperatura de incubación alta y baja. La mortalidad del experimento fue alta

con sólo 24 sobrevivientes de 139 huevos incubados, que incluyen 16 de 70 incubadas en un régimen de temperatura caliente ( $23 \pm 0.4$  °C) y 8 de 69 incubadas en un régimen de temperatura frío ( $20 \pm 1$  °C). En otro experimento Elphick y Shine (1999) capturaron 372 huevos de *B. duperreyi*, 179 los dejaron en su nido original y 193 fueron removidos a otros nidos. Después de la eclosión, las midieron, pesaron y revisaron su morfología en general. Obtuvieron que la temperatura de incubación influyó en las pruebas morfológicas de tamaño, peso y color, favoreciendo la temperatura de incubación más estable (huevos en nido original) el tamaño y peso mayores que la temperatura de los huevos removidos a otros nidos. En añadidura, sus resultados mostraron que los regímenes térmicos de incubación influyeron en la duración de la eclosión.

Elphick y Shine (1999) incubaron 138 huevos de la misma especie, 69 a ( $23 - 31$ ) °C y 69 a ( $16 - 24$ ) °C. Obteniendo que la tasa de crecimiento de los juveniles varió en función del tratamiento de incubación (crías incubadas en la temperatura caliente crecieron más rápido) y el sexo (hembras crecieron más rápido), pero con una interacción no significativa entre estos dos factores.

Un régimen de temperatura frío en especies que requieran periodos con predominancia de calor hará que aumente la tasa de mortalidad de los embriones. Por ejemplo, en *Sceloporus virgatus* se observó una alta mortalidad en los huevos al exponerlos a tratamientos con temperatura fría, y los que sobrevivieron presentaron un retraso en el nacimiento (Andrews, 1976).

Cuando se hace crianza en cautiverio es importante tomar en cuenta que algunas especies requieren temperaturas de incubación con periodos de fluctuación, es decir, probablemente no se obtenga una tasa de eclosión alta si se les incuba a temperaturas constantes. Tal es el caso de *Sceloporus undulatus*, cuyos huevos al ser incubados a temperaturas constantes no presentaron ningún nacimiento (Leng, 1995). Andrews *et al.* (2000) obtuvieron que los embriones no se desarrollan a temperaturas menores de 17 °C y que el desarrollo óptimo fue en los

huevos incubados a 33 °C. Los periodos de incubación variaron de tal manera que el régimen térmico más alto redujo el tiempo de incubación. Las crías de los tratamientos de menor temperatura presentaron las colas y las longitudes hocico-cloaca más cortas. Sin embargo, el crecimiento subsiguiente se invirtió debido a que al final del experimento los juveniles de los tratamientos más fríos crecieron más rápido que el resto.

Los huevos expuestos a temperaturas de incubación altas, respecto al rango óptimo de incubación, eclosionan antes que aquellos que se incuban por debajo de ese rango, lo que da como resultado que las lagartijas que nacen primero tengan un tamaño corporal más pequeño que las que eclosionan después. En *Podarcis muralis*, los embriones incubados a 32 y 35 °C eclosionaron antes que los incubados a 24 °C. También el peso es significativamente más alto en lagartijas incubadas a una menor temperatura (Van Damme, 1992).

Andrews (1976) probó que existe una adaptación fisiológica cuando algunos reptiles se encuentran en los límites de temperatura baja para el desarrollo embrionario. Utilizó huevos de *Sceloporus* y los incubó a temperatura baja (15-25) °C y alta (20-30) °C. Este autor esperaba obtener que los *Sceloporus* fueran más tolerantes al frío, pero la mortalidad de los huevos no difirió con el grupo control que fue expuesto por un corto periodo a una temperatura baja.

Phillips (1990), sometió huevos de iguana verde a 29 y 31 °C. La primera condición tuvo un efecto significativamente mayor en el incremento de masa de los huevos. Observó esta influencia en el tamaño de los ejemplares: las crías más grandes se incubaron a 29 °C. Estos resultados sugieren que la temperatura ideal para el desarrollo óptimo de *Iguana iguana* es de 30 °C (Köhler, 1999; Licht, 1965; Phillips, 1990; Delgadillo de Montes, 1998), pero en iguana negra no se ha establecido un rango de temperatura óptimo.

Es claro que para los reptiles la temperatura de incubación alta acelera el desarrollo y reduce el periodo de incubación. La temperatura alta también puede afectar los fenotipos de las

crías al hacerlas más aptas en el desempeño locomotriz, y por lo tanto aumentar las probabilidades del escape ante los depredadores, aunque el tamaño y/o peso sean menores que los de organismos incubados a una temperatura menor.

La temperatura de incubación en la que se incuban huevos de iguana negra puede tener una influencia significativa en la longitud hocico-cloaca. González (2005) obtuvo que la temperatura de 29 °C fue más exitosa ( $F_{3,76} = 16.580$ ;  $p < 0.001$ ) que las de 32 y 26 °C. Sin embargo, el peso no mostró este comportamiento puesto que las crías a 32 °C al inicio tendieron a ser más pesadas que las de 29 °C, pero no fue significativa la diferencia.

### **Efecto de la temperatura en la eficiencia digestiva**

Los reptiles necesitan estar cerca de una fuente de calor para poder realizar sus procesos vitales, como respiración, digestión o excreción. La temperatura, por lo tanto, es un elemento abiótico determinante en la vida de los reptiles. Para cada especie existe un rango de temperatura de confort en el que puede llevar a cabo todas sus funciones biológicas, si no se encuentra dentro de este rango de confort su tasa metabólica se alterará y si permanece en este estado puede llegar hasta la muerte.

Dentro de los procesos vitales, la alimentación y la digestión tienen una participación importante en el crecimiento del organismo (Andrews *et al.*, 2000). La temperatura corporal ejerce una fuerte influencia en el tiempo de tránsito intestinal del alimento pero no de la eficiencia digestiva. En las iguanas marinas, las temperaturas más altas también podrían ser causar que el tiempo de la digestión del alimento sea rápido en crías o juveniles, en contraste con los adultos. Esto también sucede en la mayoría de las lagartijas herbívoras (Wikelski, 1993). El incremento de la temperatura corporal facilita la tasa del paso de alimento en iguánidos y la eficiencia de

asimilación. Si funcionan ambos efectos independientemente o en conjunto, incrementan la tasa de rendimiento de ganancia nutricional y la temperatura corporal (Durtsche, 2004).

## **OBJETIVOS GENERALES**

1. Medir el efecto del tipo de alimento, la temperatura de incubación y el sexo en el crecimiento y la digestibilidad de la iguana negra.
2. Determinar si existen diferencias en el crecimiento y la digestibilidad por las interacciones entre el tipo de alimento, la temperatura de incubación y el sexo de la cría de iguana negra.
3. Evaluar la eficiencia digestiva de dos alimentos comerciales (pollina y conejina) como una opción para la alimentación de iguana negra en cautiverio.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1.1 Comparar las diferencias en el crecimiento de las crías de iguana negra en cada tratamiento de alimento (conejina y pollina), de temperatura de incubación 29 y 32 °C y de sexo (macho y hembra).
- 1.2 Obtener el rendimiento de los dos alimentos evaluados con relación al crecimiento y a la digestibilidad de la fibra detergente neutro y la materia seca.
- 1.3 Sugerir alternativas de producción de iguana negra en cautiverio mediante la implementación de criaderos que empleen temperaturas de incubación, temperatura de crecimiento y una alimentación adecuadas para mejorar el desarrollo de los individuos y optimizar su reproducción en cautiverio reduciendo costos.

## **HIPÓTESIS**

El crecimiento en crías de iguana negra está determinado parcialmente por una temperatura de incubación que se encuentre entre los 28 – 32 °C (González, 2005), una alimentación balanceada y un manejo adecuado.

Al obtener el mejor alimento balanceado y la temperatura de incubación más apropiada para esta especie, se espera que alcance un mayor crecimiento, consumo y digestibilidad.

## **JUSTIFICACIÓN**

Se han realizado pocos estudios acerca de la alimentación e incubación de la iguana negra, por lo que los conocimientos acerca de esta especie, que se encuentra amenazada, son escasos. Actualmente, no se sabe con precisión el número exacto de poblaciones que hay en vida libre, como consecuencia de la deforestación de su hábitat y la sobreexplotación para consumo humano. A pesar de que en México los programas de crianza en cautiverio han ido en aumento, se han efectuado pocos estudios sobre de sus requerimientos nutritivos.

Este trabajo pretende ofrecer a los productores una opción de incubación y alimentación que provea a sus ejemplares de iguana negra en cautiverio un mayor crecimiento a menor costo, reflejado en una mayor ganancia de peso y el incremento de la longitud hocico-cloaca y la longitud de la cola. De esta forma, las poblaciones de iguana en el campo podrían irse reestableciendo paulatinamente. La gente no capturaría clandestinamente ejemplares silvestres, sino que podrían acudir a criaderos legales donde puedan adquirirlas a bajo costo, reduciendo su tráfico ilegal.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Montaje del experimento y toma de datos de consumo y crecimiento

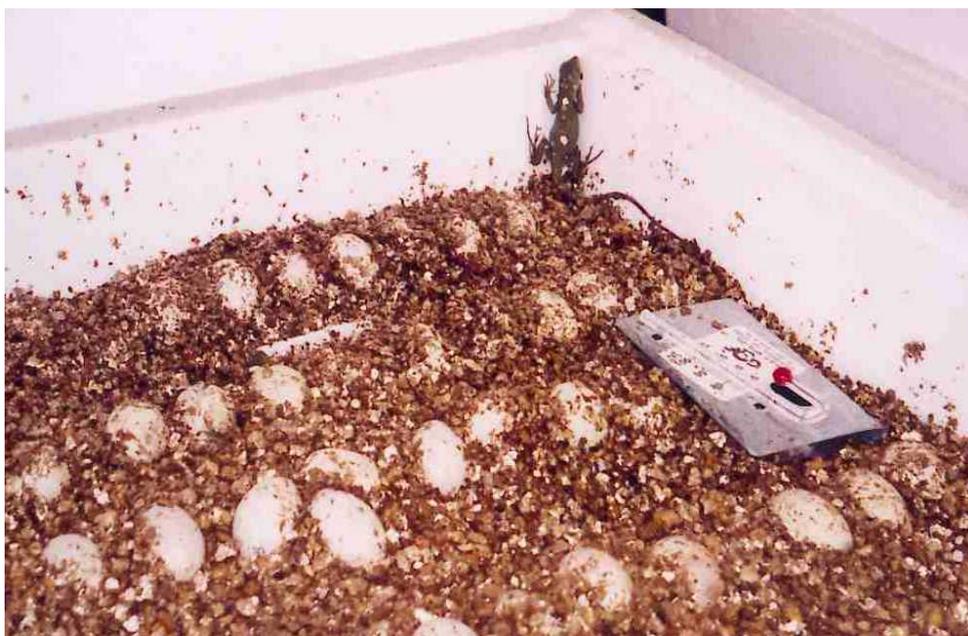
Se colectaron 12 hembras grávidas de iguana negra en el período de puesta de marzo-abril del 2003, en Yauhtepec, Morelos. Las iguanas se situaron en un contenedor de plástico con vermiculita húmeda como sustrato para la oviposición (Figura 2) y posteriormente se regresaron a su sitio de origen.



**Figura 2. Hembra grávida colocada en un contenedor de plástico para la oviposición. Nótese en el ángulo superior derecho los huevos expulsados.**

Con el fin de suprimir efectos maternos en el experimento, el total de huevos puestos por cada madre se dividió en cuatro incubadoras HOVA-BATOR INCUBATOR<sup>®</sup> modelo 1602N con dos tratamientos de temperaturas de incubación, 29 y 32 °C. Dos incubadoras se mantuvieron constantes a 32 °C y dos a 29 °C. Como las incubadoras presentaron diferente temperatura, las necesidades de humedad no fueron las mismas por lo que se les agregó agua según se fuera requiriendo para mantener la turgencia de los huevos.

Los huevos se marcaron con tinta indeleble para distinguir a qué madre pertenecieron. Se distribuyeron en las incubadoras en forma aleatoria colocando todos los huevos que cupieran al dejar 2 cm de distancia entre ellos.



**Figura 3. Incubadora HOVA-BATOR en la que se incubaron los huevos que pusieron las hembras colectadas en el campo.**

Conforme eclosionaban las crías se colocaron en un contenedor de plástico y se les marcó en el dorso un número consecutivo con tinta indeleble. Éste se anotaba en una lista para registrar los nacimientos de las crías por madre y su temperatura de incubación (Figura 3). Ya que eclosionaron todas las crías, se seleccionaron 40 hembras (20 incubadas a 29 °C y 20 a 32 °C) y 40 machos (20 incubados a 29 °C y 20 a 32 °C) para el experimento y el resto fue liberado (Cuadro 1). Los huevos que no resultaron viables se fijaron con formol a 10% y se preservaron en alcohol a 75%.

Las iguanas se sexaron por el método quirúrgico no letal propuesto por González (2002). Este método consiste en la revisión infracutánea de la presencia de órganos copuladores (hemipenes), en caso de que el ejemplar fuera macho. Los hemipenes están bien desarrollados desde que la iguana es cría y se hallan invertidos en el interior de la cloaca, pero dispuestos superficialmente dentro de la cola. Para el sexado quirúrgico se les hicieron a todas las crías cortes hacia la cola en forma de “L”, posterior a la línea de la cloaca. La recuperación tomó sólo unos días y en ningún caso hubo complicaciones por infecciones o mala cicatrización.

Para la fase experimental se situaron las 80 crías cuando cumplieron 6 meses de edad en jaulas individuales siguiendo un modelo de bloques al azar dentro del Bioterio B del Instituto de Biología, UNAM. Las jaulas se construyeron con madera de pino y malla para gallinero y las medidas fueron: ancho, 17.5 cm; alto, 16.4 cm. y largo, 30 cm. Para optimizar el espacio, los módulos de cinco jaulas se superpusieron en 4 andamios de metal (Figura 4).



**Figura 4. Distribución de las jaulas en el bioterio. En cada bloque había 25 jaulas. Se separaron debidamente para evitar invasiones entre las iguanas.**

El bioterio fue acondicionado con un calentador eléctrico para mantener una temperatura ambiental promedio de 30 °C, un ventilador para una buena circulación del aire y del calor, y 4 lámparas de 1.5 m de longitud con radiación UV (Figura 4). Las lámparas se adaptaron para simular el día (con el encendido a las 08:00) y la noche (con el apagado a las 19:00) mediante la programación de dos temporizadores.

Para el suministro de agua se instaló un dispositivo de circulación hidráulico que mediante tubos de PVC distribuía el agua a cada una de las jaulas. Después de completar el ciclo, el agua se colectaba en un recipiente con material para filtrado (grava volcánica) dentro de un contenedor general que se volvía a llenar para iniciar el ciclo nuevamente por todas las jaulas.

De las 80 iguanas que fueron dispuestas en el bioterio, se seleccionaron 20 incubadas a 32 °C y 20 a 29 °C para proporcionarles alimento para conejo (conejina de Purina<sup>®</sup>), 20 incubadas a 32 °C y 20 a 29 °C para suministrarles alimento para pollo (pollina de Purina<sup>®</sup>). De cada tratamiento la mitad eran hembras y la mitad machos. El resultado de este arreglo factorial fue de ocho tratamientos (Cuadro 1). El alimento se colocó en un recipiente pequeño normalmente utilizado para alimentación de aves (Figura 5).



**Figura 5. Vista de una jaula individual donde puede apreciarse el recipiente para alimento en el lado izquierdo. Se les colocaron también sombreros de paja a manera de escondites.**

**Cuadro 1. Número de tratamientos resultantes del diseño factorial de las variables independientes de sexo, temperatura de incubación y tipo de alimento.**

Alimento	Temperatura de incubación	Sexo	No. Tratamiento
1	1	1	1
1	1	2	2
1	2	1	3
1	2	2	4
2	1	1	5
2	1	2	6
2	2	1	7
2	2	2	8

Alimento 1 = pollina, 2 = conejina; temperatura de incubación 1 = 32 °C, 2 = 29 °C; sexo 1 = macho, 2 = hembra.

Las mediciones de los alimentos ofrecidos y del crecimiento se intercalaron cada ocho días. Se estableció como cantidad inicial de alimento 10 g y transcurridos 15 días se pesó el sobrante volviéndose a restablecer la cantidad original de alimento. Las 80 iguanas fueron medidas cada 15 días en su longitud hocico-cloaca, longitud de la cola y peso, anotando las cantidades en formatos previamente elaborados. El instrumento para medir fue un calibrador digital Vernier y una balanza digital.

La toma de mediciones corporales inició en enero del 2004 y finalizó en enero del 2005. Para la medición de la longitud hocico-cloaca se colocó la iguana en un sitio plano extendiéndose lo más estirado posible y evitando que se contorsione. Una vez lograda la posición se colocó el calibrador desde la punta de la boca hasta la cloaca, pasando por todo el cuerpo (Figura 6). Para medir la longitud de la cola se utilizó un flexómetro haciendo coincidir la base con el cero y estirando la cola cuidadosamente sobre el flexómetro, pues se rompe con facilidad (Figura 7).



**Figura 6. Método para medir la longitud hocico-cloaca con un calibrador Vernier.**



**Figura 7. Método para medir la longitud de la cola con un flexómetro o cinta métrica.**



**Figura 8. Método para pesar las crías.**

Para obtener el peso las iguanas, se colocaron sobre una balanza analítica en forma individual dentro de un recipiente de plástico del cual no pudieran escapar (Figura 8). La balanza está calibrada para promediar el peso mediando las diferencias causadas por el movimiento del animal.

Las heces se recolectaron cada quince días junto con el remanente de alimento. Para la recolecta de las deposiciones se buscaron las heces que se hallaban sobre la charola colocada por debajo de la jaula, en el interior y en el traste de comida. Las heces de cada iguana de juntaron, se pesaron individualmente y se guardaron en una bolsa de papel de estraza destinado para cada ejemplar.

Se llevó un control riguroso de las medidas morfométricas de los ejemplares, así como de sus deposiciones y consumo debido a que con esos datos se obtuvieron las otras variables resultantes al combinar los factores (consumo de materia seca, consumo de materia seca digestible, consumo de fibra detergente neutro, consumo de fibra detergente neutro digestible y consumo como porcentaje del peso vivo).

**Análisis del contenido de materia seca y cenizas ácido insolubles en las heces y en los alimentos.** En este experimento se empleó el contenido de cenizas insolubles en ácido de las heces como marcador interno para conocer la digestibilidad. Para este fin, se pesaron 5 g de muestra por duplicado y se colocaron en crisoles de 50 ml previamente pesados. Se dejaron secar durante toda la noche a 100 °C, después se enfriaron en un desecador y se volvieron a pesar. El resultado inicial nos indicó la cantidad de materia seca. Posteriormente se colocaron los crisoles en una mufla a 450 °C durante 5 horas, las cenizas se transfirieron a un vaso de precipitados de 600 ml y se añadieron 100 ml de ácido clorhídrico 2N y se dejaron hervir durante 5 minutos. El hidrolizado caliente se filtró a través de un papel filtro Whatman 541 y se enjuagó con agua destilada previamente calentada. Se transfirieron los papeles filtro dentro de los crisoles y se volvieron a meter a la mufla a 450 °C durante 5 horas. Se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron en la balanza analítica.

Para obtener la **digestibilidad aparente** se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{g indicador/ kg heces} - \text{g indicador/kg alimento}}{\text{g indicador/kg de heces}}$$

Donde el indicador es el marcador empleado; en este caso, se empleó la ceniza insoluble en ácido como marcador interno. Los kg en heces se refiere al peso total de la muestra de heces empleada para cada iguana y el kg de alimento se refiere al peso total del

alimento que fue consumido por cada iguana. El cociente se multiplicó por 100 y el resultado indicó el porcentaje de alimento que fue retenido por el animal.

**Análisis del contenido de fibra detergente neutro.** Para la preparación de la solución detergente neutro se mezclaron 18.61 g de Etilendiaminotetracetato tetrasódico (EDTA) y 6.81 g de Tetraborato de sodio dehidratado ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) en un vaso de precipitados grande. A la mezcla se le añadió un poco de agua destilada y se calentó hasta la disolución agitándolo ocasionalmente. A esta solución se agregaron 30 g de Laurilsulfato de sodio y 10 ml de Etilenglicolmonoetiléter. En otro vaso de precipitados se puso el fosfato ácido disódico, se agregó el agua destilada y se calentó hasta la disolución. Esta segunda solución se añadió a la que contenía los otros reactivos. Se comprobó que el pH de la solución final estuviera entre 6.9 y 7.1 mediante una prueba de titulación o se ajustó el pH a estos valores.

Se pusieron a secar en la estufa a 110 °C 80 papeles filtro Whatman 541 y 80 crisoles Gooch durante toda la noche. Al día siguiente, se pesaron en la balanza analítica y también se pesaron 3 g de muestra de heces secada a 550 °C en la estufa de aire forzado y molida en una criba de 1 mm y se colocaron en un tubo. Siguiendo el orden estricto: se añadieron al tubo 100 ml de la solución detergente neutro a temperatura ambiente; se calentó esta disolución con la muestra en un digestor a 90 °C; y, se hirvió por 60 minutos una vez alcanzada la ebullición.

Cuando transcurrió una hora a partir de la ebullición de las muestras, se pusieron papeles filtro previamente secados y pesados en un embudo de filtrado, evitando cualquier espacio por donde se pudiera perder muestra. Se conectó una bomba de vacío a un matraz Kitasato en cuya boca se colocó el embudo de filtrado y a través de éste se hizo pasar la muestra caliente para que el vacío fuera absorbiendo el agua, quedando la muestra seca y adherida en el papel. Una vez filtrada toda la muestra, se vertió agua varias veces en el papel

filtro para enjuagar bien la muestra, ya que ésta contenía restos del detergente neutro que la hacen jabonosa y se requiere que esté completamente libre de cualquier sustancia que no sea ceniza. Con acetona se lavó del mismo modo y se dejó secar por succión con la bomba de vacío. Se dobló cuidadosamente cada papel filtro y se dejó secar a 100 °C durante toda la noche; luego se enfriaron en un desecador y se pesaron las muestras.

El porcentaje de proteína de los alimentos proporcionados se obtuvo directamente de los empaques sin verificarse en laboratorio.

**Análisis estadístico.** Para el análisis de los resultados se usaron los paquetes estadísticos SAS (The SAS System, V. 1.4, 1996) y Statistica. (StatSoft V. 6, 1999). Se examinó la normalidad de los resultados mediante el procedimiento *Proc univariate* de SAS, y se probó la homocedasticidad de los datos. Al verificar la normalidad de los datos se prosiguió con SAS y Statistica a hacer el análisis de varianza (ANOVA-MANOVA) de acuerdo a un diseño al azar con arreglo factorial 2 x 2 x 2 con 10 repeticiones. Se calcularon la media, desviación estándar, coeficiente de variación y varianza con Statistica. La longitud hocico-cloaca, longitud de cola y peso se analizaron también con ANOVA para comprobar si existían diferencias significativas entre los ocho tratamientos como resultado de la interacción de las tres variables independientes; tipo de alimento, sexo y temperatura de incubación; o la interacción entre ellas.

Se realizaron gráficas de caja para comparar las medias y las desviaciones estándar de cada tratamiento y sus interacciones cuando fueron significativas.

Se hizo una prueba de regresión lineal entre las tres variables de respuesta para conocer el grado de correlación y la significancia entre el peso, la longitud hocico-cloaca y la longitud de la cola. En el primer intento la  $r^2$  salía muy baja por lo que se transformaron los datos con logaritmo y se ajustó la  $r^2$  hasta 0.96.

Para conocer la relación entre los tres factores y las tres variables de respuesta se hizo un análisis de regresión múltiple, previamente se transformaron los datos con logaritmo

para que el modelo se ajustara mejor y se obtuvieron los parámetros de las ecuaciones en Statistica.

Para analizar las variables de consumo y digestibilidad se obtuvieron las medias de los ocho tratamientos para calcular los efectos principales del sexo, la temperatura de incubación y los alimentos; la varianza, la desviación estándar y las medias de cada tratamiento en SAS.

Para los resultados en los que se obtuvo diferencias significativas en las interacción(es) entre las variables independientes, se graficaron en Statistica para observar el comportamiento de las dos variables al combinarlas y el resultado de dicha combinación en la variable dependiente cuantificada.

En todos los análisis estadísticos se usó el peso vivo inicial, longitud hocico-cloaca inicial y longitud de la cola inicial como covariables para ajustar cualquier ventaja que pudiera haber cuando se comenzó el experimento.

## RESULTADOS

### Efecto del tipo de alimento en el peso

El tipo de alimento que promovió mayor ganancia de peso en las quincenas 5 a 9 fue la pollina ( $p < 0.05$ ). Mientras, la conejina favoreció el peso ( $p < 0.01$ ) en las últimas quincenas, 24 a 26 (Cuadro 2, Figura 9).

Se puede apreciar la marcada variabilidad en los datos durante las últimas quincenas de los tratamientos mediante las barras transversales de las cajas que representan la desviación estándar de las medias de cada quincena (Figura 9). Esta variación es mayor en las iguanas alimentadas con conejina.

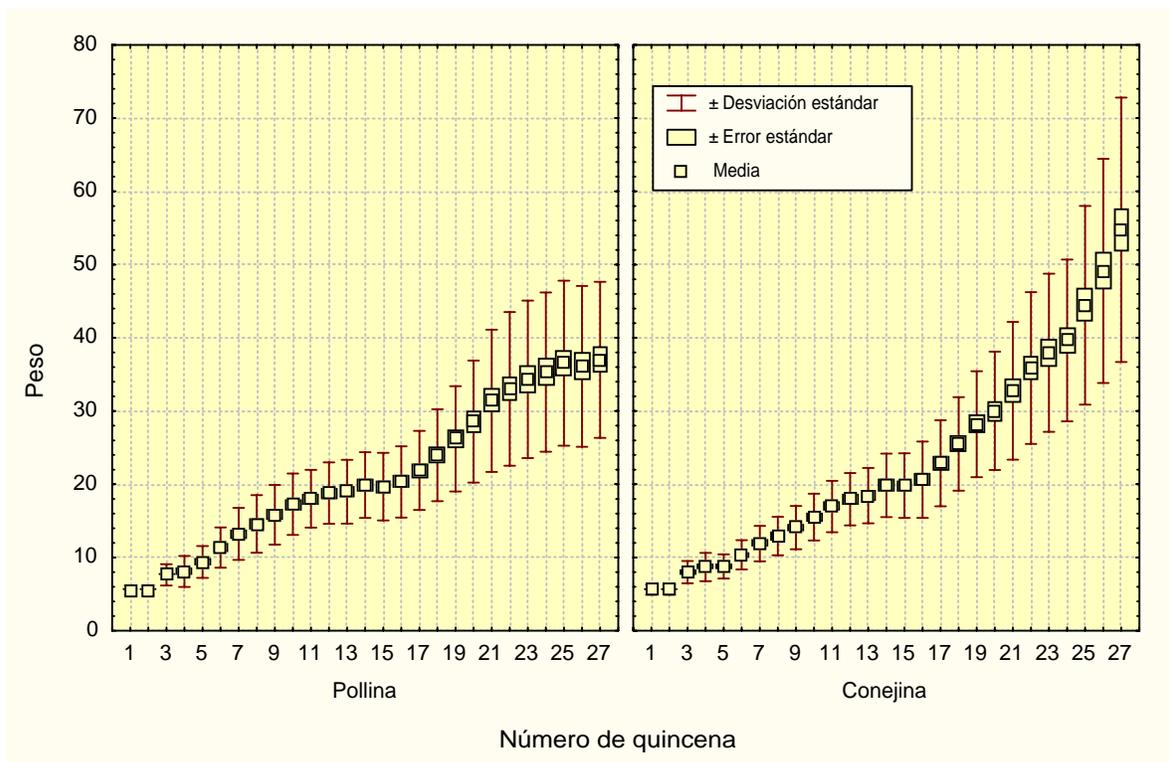


Figura 9. Cambios en el peso vivo (g) por efecto del tipo de alimento.

**Cuadro 2. Contraste de medias del tipo de alimento en el incremento del peso (g) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Quincena	Tipo de alimento		Probabilidad
	Pollina	Conejina	
1	5.52	5.60	0.59
2	7.71	7.94	0.16
3	8.18	8.65	0.18
4	9.48	8.71	0.03*
5	11.43	10.29	0.01*
6	13.32	11.81	0.01*
7	14.67	12.84	0.01*
8	15.91	13.99	0.01*
9	17.30	15.43	0.02*
10	18.11	16.87	0.12
11	18.88	17.88	0.23
12	19.09	18.37	0.41
13	20.03	19.76	0.78
14	19.74	19.73	0.99
15	20.39	20.53	0.89
16	21.97	22.79	0.51
17	24.08	25.41	0.34
18	26.35	28.07	0.27
19	28.69	29.89	0.51
20	31.57	32.62	0.62
21	32.48	35.72	0.17
22	34.48	37.81	0.17
23	35.48	39.49	0.11
24	36.71	44.28	0.008*
25	36.27	48.97	0.0001*
26	37.18	54.55	0.0001*

El análisis del contenido nutrimental de los dos alimentos reveló que la pollina es el que contiene mayor porcentaje de proteína. La conejina tiene un mayor porcentaje de materia seca y ceniza insoluble en ácido (Cuadro 3).

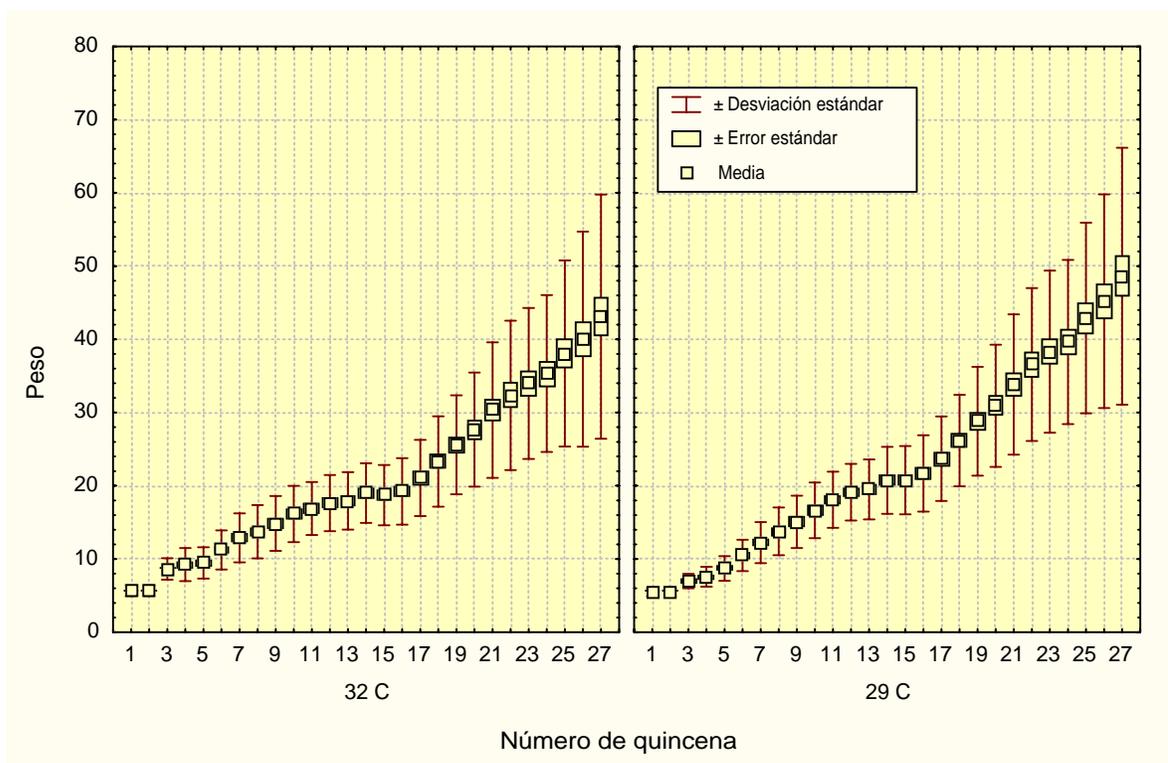
**Cuadro 3. Porcentaje de nutrientes de los alimentos evaluados.**

Nutrientes	Pollina – Engordina (%)	Conejina (Engorda) (%)
<b>Proteína*</b>	19	16
<b>Materia seca</b>	89.98	90.14
<b>Ceniza insoluble en ácido</b>	2.58	2.73

\* Reportado por el fabricante.

## Efecto de la temperatura de incubación en el peso

La temperatura de incubación que promovió mayor ganancia de peso fue la de 29 °C a partir de la quincena 10 y al final del experimento ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, durante las quincenas 2 y 3 ( $p < 0.01$ ) hubo un efecto de la de 32 °C ( $p < 0.0005$ ) (Cuadro 4, Figura 10).



**Figura 10. Cambios en el peso vivo (g) por efecto de la temperatura de incubación.**

Las diferencias se hicieron significativas a partir de la quincena 10 (Cuadro 4), pero los valores de  $p$  no bajaron de 0.05.

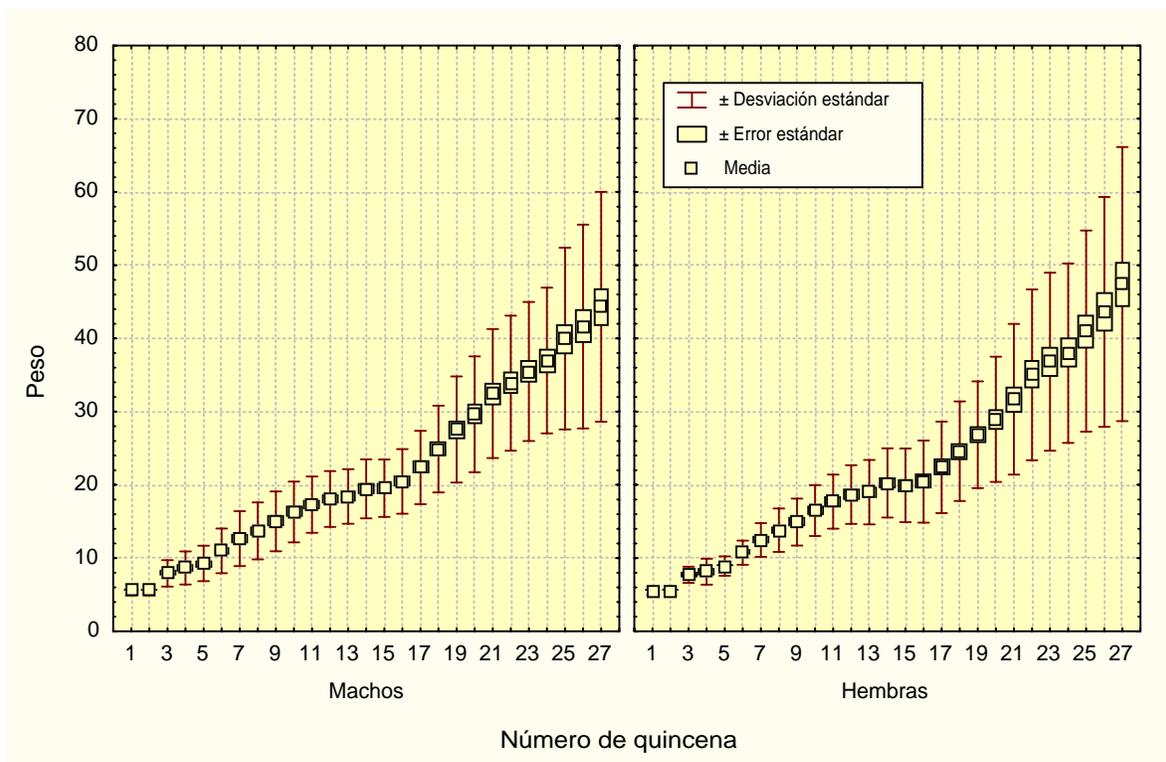
Si comparamos las desviaciones estándar de las dos temperaturas de incubación, en la de 29 °C se puede apreciar más variabilidad entre los datos de las últimas tres quincenas (Figura 10).

**Cuadro 4. Contraste de medias de la temperatura de incubación en el incremento del peso (g) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Quincena	Temperatura de incubación (°C)		Probabilidad
	32	29	
1	5.676	5.445	0.13
2	8.472	7.183	0.0001*
3	9.074	7.756	0.0004*
4	9.275	8.918	0.32
5	11.014	10.709	0.52
6	12.649	12.479	0.79
7	13.470	14.047	0.42
8	14.572	15.338	0.32
9	15.825	16.908	0.18
10	16.633	18.352	0.03*
11	17.391	19.363	0.02*
12	17.728	19.734	0.02*
13	18.827	20.973	0.03*
14	18.475	21.002	0.01*
15	18.998	21.925	0.01*
16	20.834	23.931	0.01*
17	23.019	26.473	0.01*
18	25.197	29.215	0.01*
19	27.267	31.321	0.03*
20	29.899	34.294	0.04*
21	31.169	37.034	0.02*
22	33.559	38.734	0.04*
23	34.899	40.069	0.04*
24	37.578	43.405	0.04*
25	39.563	45.675	0.04*
26	42.558	49.172	0.05*

### **Efecto del sexo en el peso**

El sexo no tuvo un efecto significativo en el total de mediciones de los cambios de peso vivo (Cuadro 5). En las hembras se puede apreciar una variabilidad más conspicua respecto a los machos, sobre todo en las últimas 6 quincenas de medición (Figura 11).



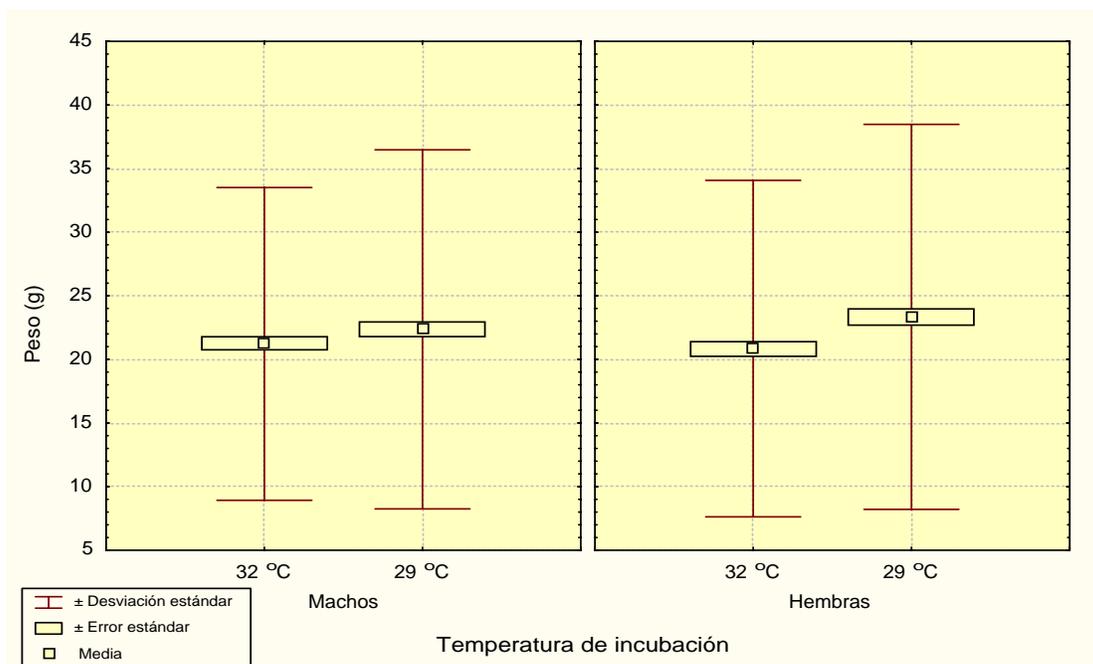
**Figura 11. Cambios en el peso vivo (g) en cada sexo.**

**Cuadro 5. Efectos principales de las variables independientes sobre el peso. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Factor	Efecto de la media	Grados de libertad del error	Error estándar de la media	F	P
1	1766.34	1943	51.526	34.28	0.0001*
2	1684.62	1943	51.526	32.69	0.0001*
3	49.94	1943	51.526	0.96	0.324
4	11177.41	1943	51.526	216.92	0.0001*
1 x 2	19.46	1943	51.526	0.37	0.538
1 x 3	245.89	1943	51.526	4.77	0.029*
2 x 3	88.90	1943	51.526	1.72	0.189
1 x 4	93.28	1943	51.526	1.810	0.007*
2 x 4	406.71	1943	51.526	7.89	0.0001*
3 x 4	15.39	1943	51.526	0.29	0.999
1 x 2 x 3	11.89	1943	51.526	0.23	0.631
1 x 2 x 4	2.81	1943	51.526	0.05	1
1 x 3 x 4	4.10	1943	51.526	0.07	1
2 x 3 x 4	5.82	1943	51.526	0.11	1
1 x 2 x 3 x 4	8.63	1943	51.526	0.16	0.999

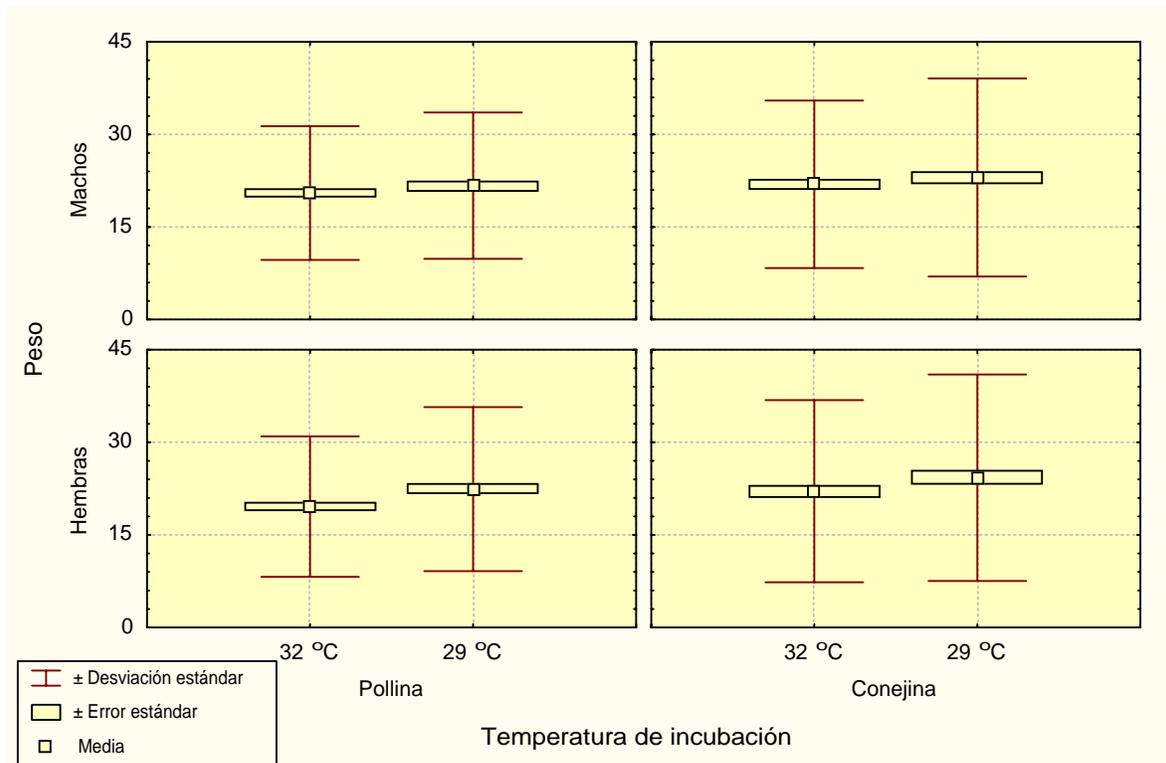
1 = Temperatura de incubación, 2 = Tipo de alimento, 3 = Sexo, 4 = Tiempo.

A pesar de que el efecto aislado del sexo no tuvo significancia, en la interacción con la temperatura de incubación se presentó un efecto significativo ( $p < 0.02$ ) (Figura 12). En el resto de las combinaciones factoriales no hubo significancia, excepto a través del tiempo (Cuadro 5).



**Figura 12. Interacción de efectos entre la temperatura de incubación y el sexo en el peso vivo (g).**

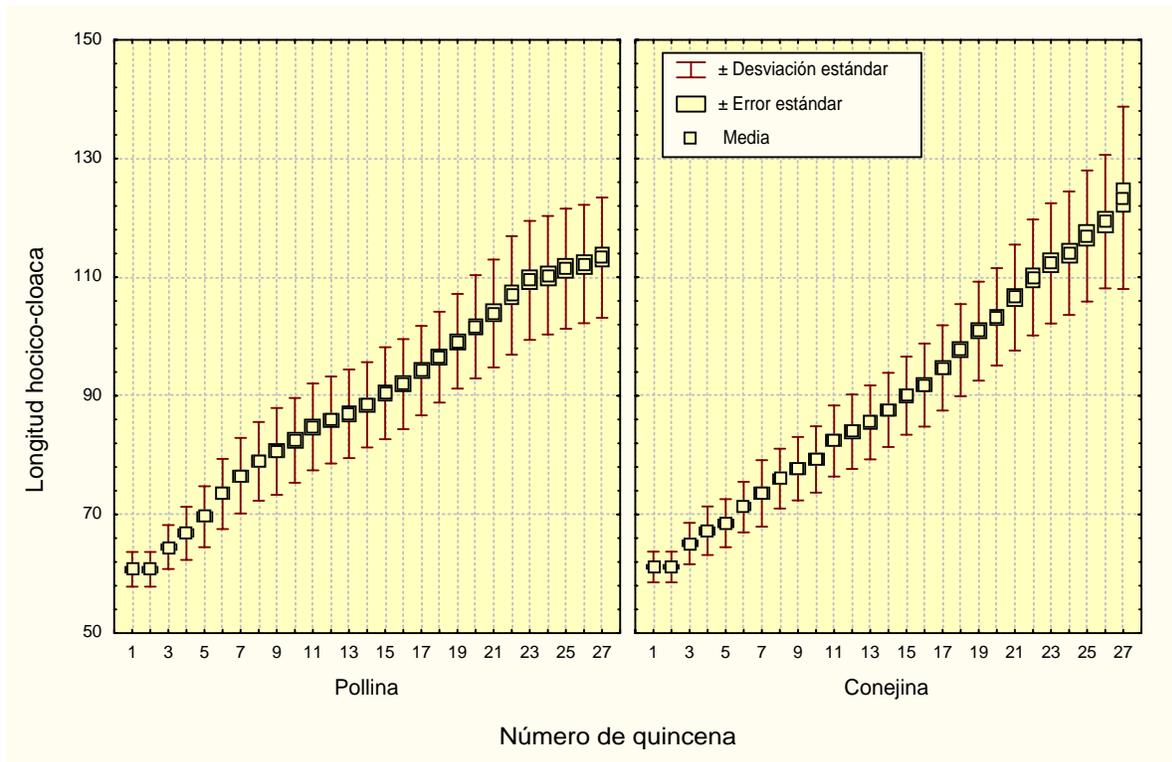
Al elaborar una gráfica de cajas comparando el efecto de las tres variables independientes, podemos ver que las iguanas hembras presentaron mayor peso, de éstas, las que fueron incubadas a 29 °C también tuvieron más peso. El alimento que promovió mayor ganancia de peso en todos los casos fue la conejina (Figura 13). Para mayor detalle ver anexo I.



**Figura 13. Interacciones entre el tipo de alimento, la temperatura de incubación y el sexo y sus efectos en los cambios de peso vivo (g).**

### Efecto del tipo de alimento en la longitud hocico-cloaca

El alimento que promovió mayor LHC fue la conejina. Sin embargo, en las quincenas 4 a 10 el grupo de iguanas alimentadas con pollina presentó mayor LHC ( $p < 0.05$ ). En las quincenas 24 a 26 la población alimentada con conejina incrementó más su LHC ( $p < 0.05$ ) en un menor número de quincenas que la población de pollina (Figura 14, Cuadro 6).



**Figura 14. Cambios en la longitud hocico-cloaca (mm) por tipo de alimento.**

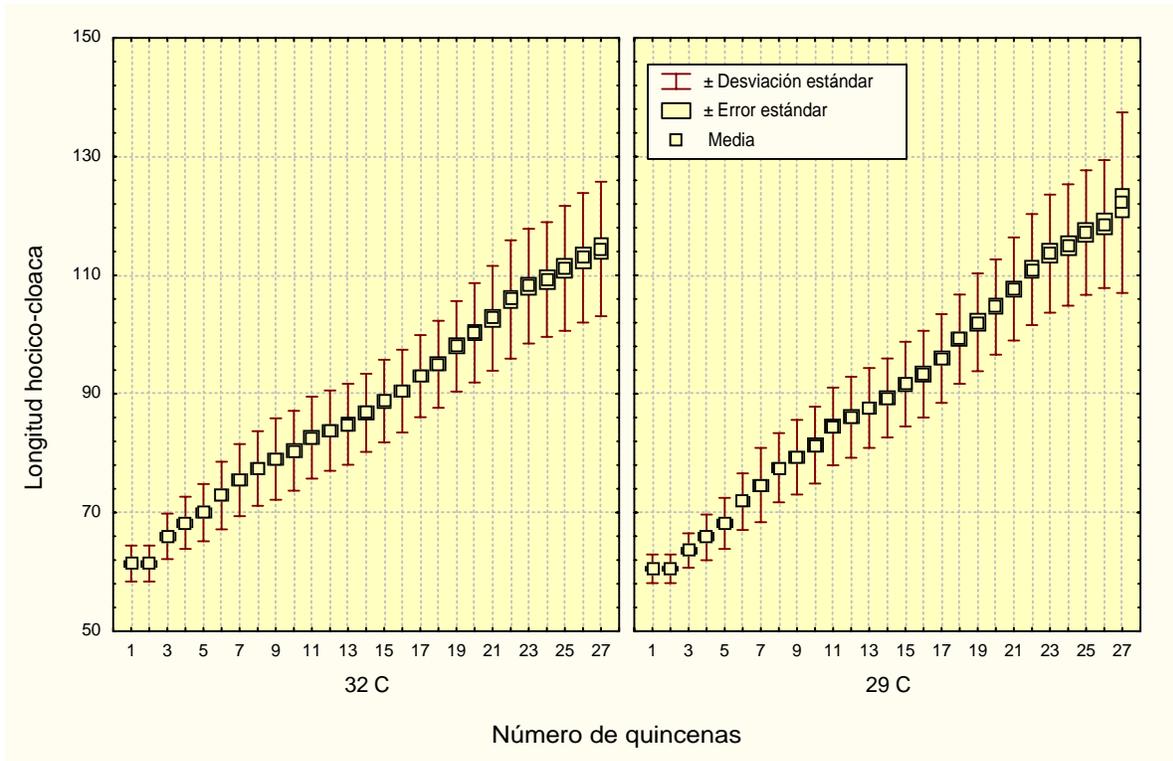
Al comparar las dos poblaciones establecidas por el tipo de alimento, se puede observar que en la de pollina, la desviación estándar se mantiene constante en casi todas las mediciones, durante las primeras quincenas la variación es menor. Pero en las iguanas alimentadas con conejina, la variabilidad va aumentando conforme van pasando las quincenas. En la última quincena la desviación estándar se incrementó en forma más notable, haciendo que el error estándar también se haga más grande (Figura 14).

**Cuadro 6. Contraste de medias del tipo de alimento en el incremento de la longitud hocico-cloaca (mm) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

LHC (mm)	Tipo de alimento		Probabilidad
	Pollina	Conejina	
1	60.75	61.09	0.59
2	64.69	64.89	0.57
3	67.02	67.05	0.96
4	69.83	68.33	0.03*
5	73.66	71.03	0.004*
6	76.79	73.29	0.0007*
7	79.19	75.79	0.001*
8	80.88	77.47	0.004*
9	82.74	79.03	0.002*
10	84.96	82.18	0.04*
11	86.15	83.73	0.06
12	87.20	85.29	0.14
13	88.71	87.41	0.31
14	90.68	89.78	0.51
15	92.20	91.58	0.66
16	94.48	94.48	0.99
17	96.75	97.46	0.63
18	99.43	100.66	0.44
19	101.88	103.06	0.48
20	104.12	106.31	0.22
21	107.19	109.68	0.21
22	109.71	112.08	0.25
23	110.58	113.79	0.12
24	111.69	116.66	0.02*
25	112.49	119.09	0.003*
26	113.53	123.13	0.0008*

### **Efecto de la temperatura de incubación en la longitud hocico-cloaca**

La temperatura de incubación que favoreció el incremento en la longitud hocico-cloaca (LHC) fue la de 29 °C (Figura 15, Cuadro 7). En las quincenas 2 y 3 el grupo de iguanas incubado a 32 °C fue el que presentó mayor LHC ( $p < 0.05$ ), pero de la quincena 9 al final del experimento incrementaron más su LHC las de 29 °C.



**Figura 15. Cambios en la longitud hocico-cloaca (mm) por efecto de la temperatura de incubación.**

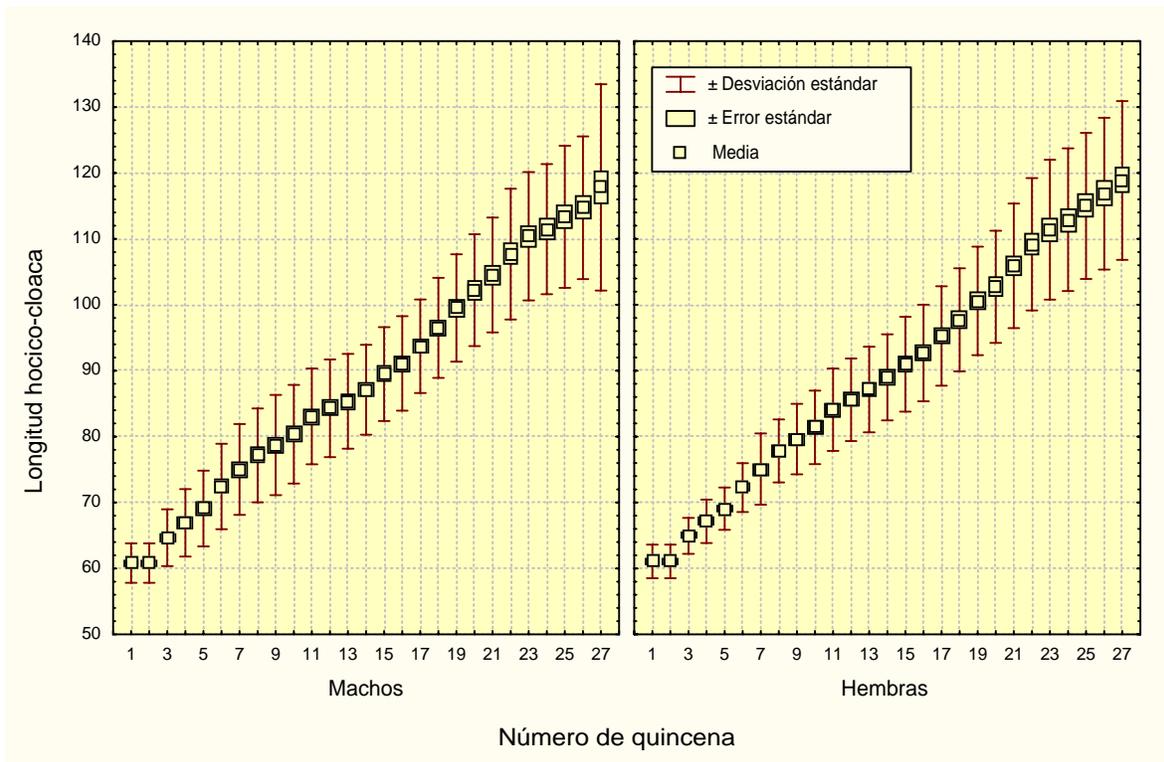
En las dos poblaciones en contraste se puede ver que las variaciones incrementan en forma constante. Sin embargo, en la de 29 °C, la variación en la última quincena de medición es notablemente mayor al compararla con las mediciones previas y al compararla con la de 32 °C, que se mantiene persistente durante la mayoría de las quincenas (Figura 15).

**Cuadro 7. Contraste de medias de la temperatura de incubación en el incremento de la longitud hocico-cloaca (mm) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Quincena	Temperatura de incubación (°C)		Probabilidad
	32	29	
1	61.39	60.45	0.14
2	65.47	64.10	0.0003*
3	67.68	66.40	0.02*
4	69.39	68.77	0.38
5	72.27	72.42	0.87
6	74.75	75.34	0.56
7	76.75	78.23	0.16
8	78.32	80.03	0.15
9	79.73	82.05	0.05*
10	82.06	85.08	0.02*
11	83.16	86.72	0.008*
12	84.22	88.28	0.002*
13	86.19	89.92	0.005*
14	88.14	92.32	0.003*
15	89.81	93.97	0.004*
16	92.36	96.60	0.005*
17	94.33	99.88	0.0004*
18	97.35	102.74	0.001*
19	99.59	105.35	0.001*
20	102.05	108.38	0.0008*
21	105.17	111.70	0.001*
22	107.45	114.34	0.001*
23	108.56	115.82	0.0009*
24	110.38	117.97	0.0007*
25	112.19	119.39	0.001*
26	113.77	122.89	0.001*

### **Efecto del sexo en la longitud hocico-cloaca**

El sexo tuvo influencia significativa ( $p < 0.004$ ), siendo el grupo que presentó mayor LHC el de las hembras (Cuadro 8). Sin embargo, la comparación de los dos grupos en gráficas de caja presenta diferencias apenas perceptibles (Figura 16).



**Figura 16. Cambios en la longitud hocico-cloaca (mm) en cada sexo.**

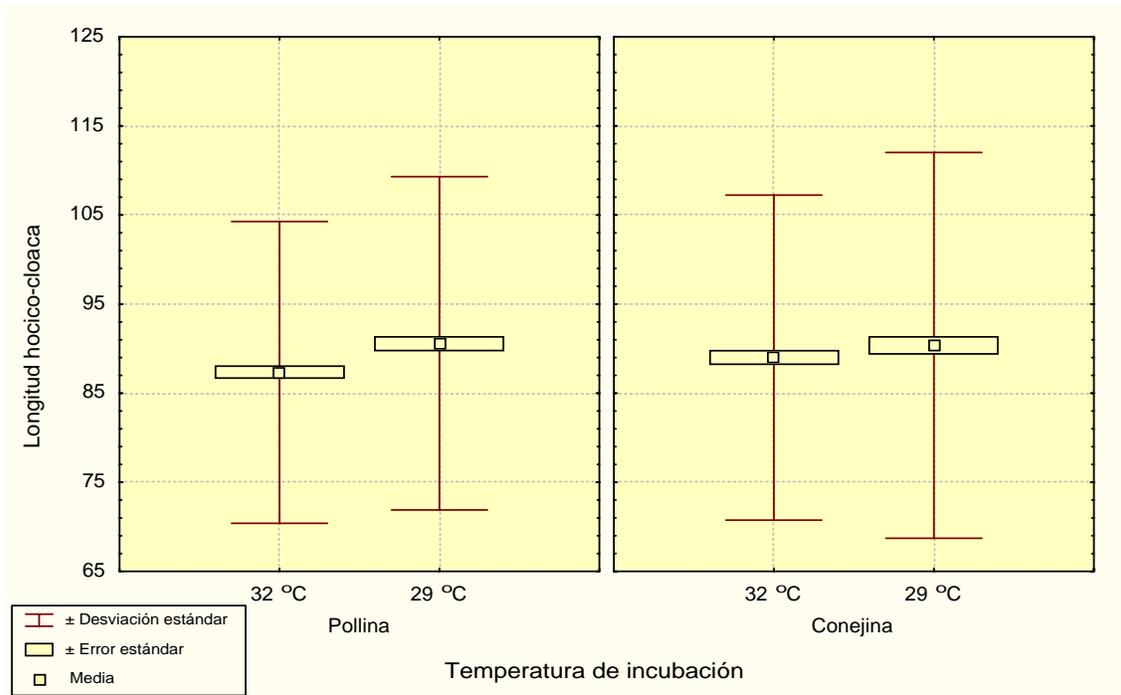
Al comparar las dos poblaciones establecidas por sexo, se puede observar que en ambos casos el incremento de la longitud hocico-cloaca se realiza en forma constante, el aumento de la variación de los datos también se da en forma constante. Pero en las últimas 5 quincenas de medición, la desviación estándar incrementa más para el grupo de las hembras. En los machos la última quincena de medición presenta una variación muy evidente respecto a las quincenas previas y a las del grupo de las hembras (Figura 16).

**Cuadro 8. Efectos principales de las variables independientes sobre la longitud hocico-cloaca. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Factor	Efecto de la media	Grados de libertad del error	Error estándar de la media	F	p
1	3052.89	1943	57.919	52.7096	0.0001*
2	320.45	1943	57.919	5.5327	0.018*
3	475.51	1943	57.919	8.2099	0.004*
4	25034.52	1943	57.919	432.2322	0.0001*
1 x 2	544.20	1943	57.919	9.3959	0.002*
1 x 3	23.48	1943	57.919	.4055	0.524
2 x 3	339.38	1943	57.919	5.8596	0.015*
1 x 4	167.91	1943	57.919	2.8990	0.0001*
2 x 4	208.19	1943	57.919	3.5946	0.0001*
3 x 4	8.19	1943	57.919	.1414	1
1 x 2 x 3	307.18	1943	57.919	5.3035	0.021*
1 x 2 x 4	5.75	1943	57.919	.0992	1
1 x 3 x 4	3.46	1943	57.919	.0597	1
2 x 3 x 4	1.56	1943	57.919	.0269	1
1 x 2 x 3 x 4	7.68	1943	57.919	0.132	1

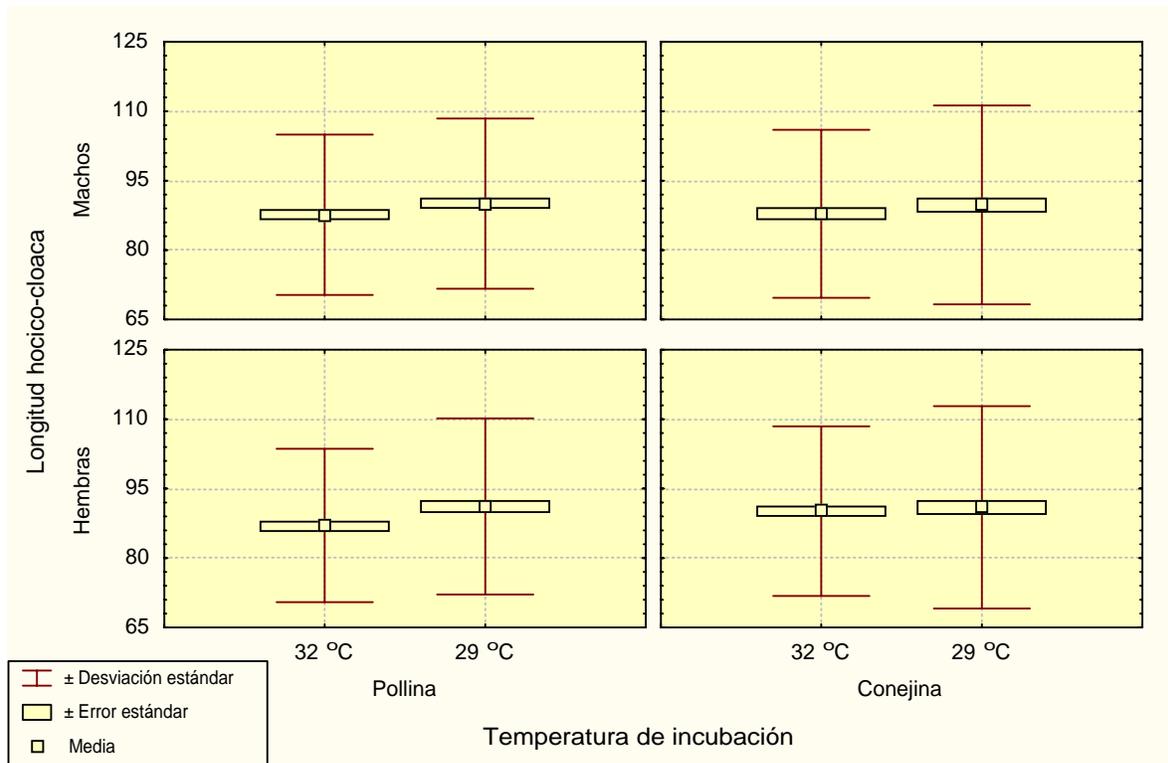
1 = Temperatura de incubación, 2 = Tipo de alimento, 3 = Sexo, 4 = Tiempo.

Hubo una interacción entre la temperatura de incubación y el tipo de alimento (Cuadro 8). Se puede ver que las iguanas incubadas a 29 °C y alimentadas con conejina fueron las que presentaron mayor longitud hocico-cloaca (Figura 17).



**Figura 17. Interacción de efectos entre la temperatura de incubación y el tipo de alimento.**

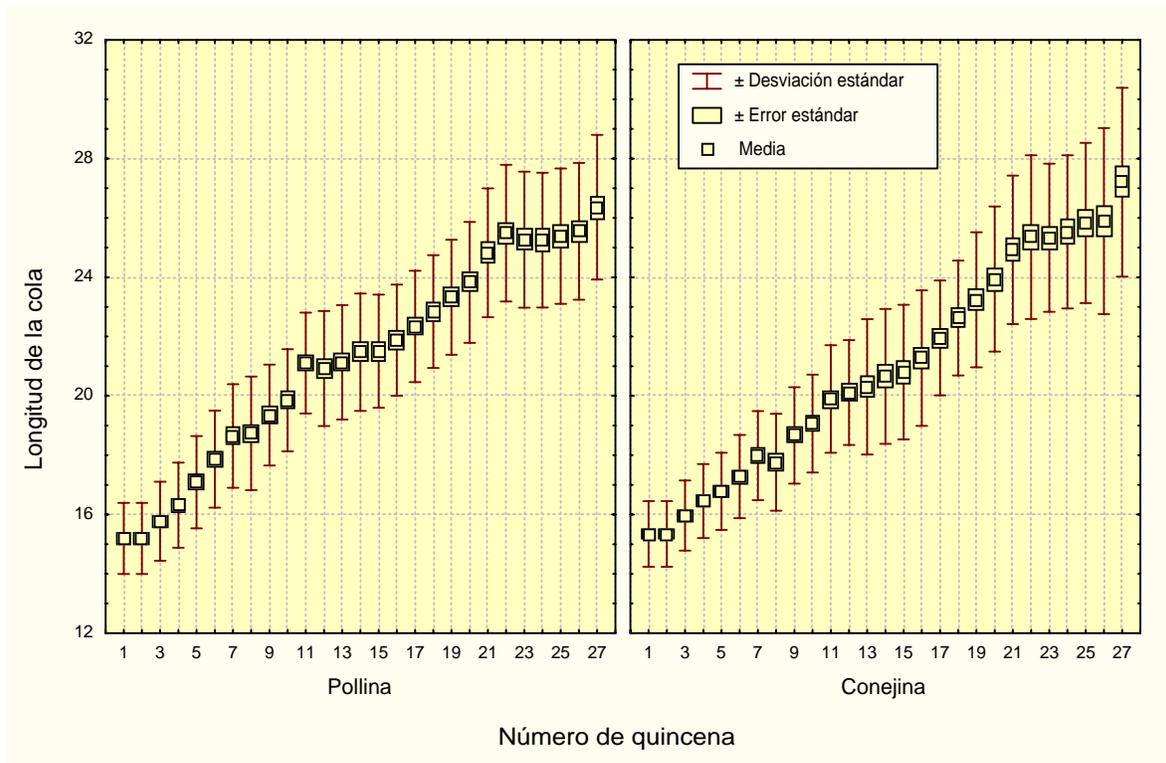
Al hacer una gráfica para observar los efectos conjuntos de las tres variables independientes podemos apreciar que el alimento que promovió el mayor incremento de la longitud hocico-cloaca fue la conejina en las hembras incubadas a 29 °C. Las hembras incubadas a 32 °C y alimentadas con pollina fueron las que presentaron la menor LHC. Los machos incubados a 32 °C con los dos alimentos presentaron una LHC similar, al igual que las hembras incubadas a esta temperatura y alimentadas con pollina. Para todos los casos, la temperatura de incubación que promovió mayor LHC fue la de 29 °C (Figura 18). Para mayor detalle ver anexo II.



**Figura 18. Interacción entre el tipo de alimento, la temperatura de incubación y el sexo.**

### Efecto del tipo de alimento en la longitud de la cola

En las quincenas 4 a 9 la influencia de la pollina en la longitud de la cola (LC) fue mayor ( $p < 0.05$ ), pero se perdió este efecto significativo durante las quincenas 10 a 23 (Cuadro 9). En la quincena 15 la conejina influyó para que las iguanas tuvieran mayor LC, hasta que la diferencia entre las dos poblaciones fue significativa ( $p < 0.001$ ).



**Figura 19. Cambios en la longitud de la cola (mm) por efecto del tipo de alimento.**

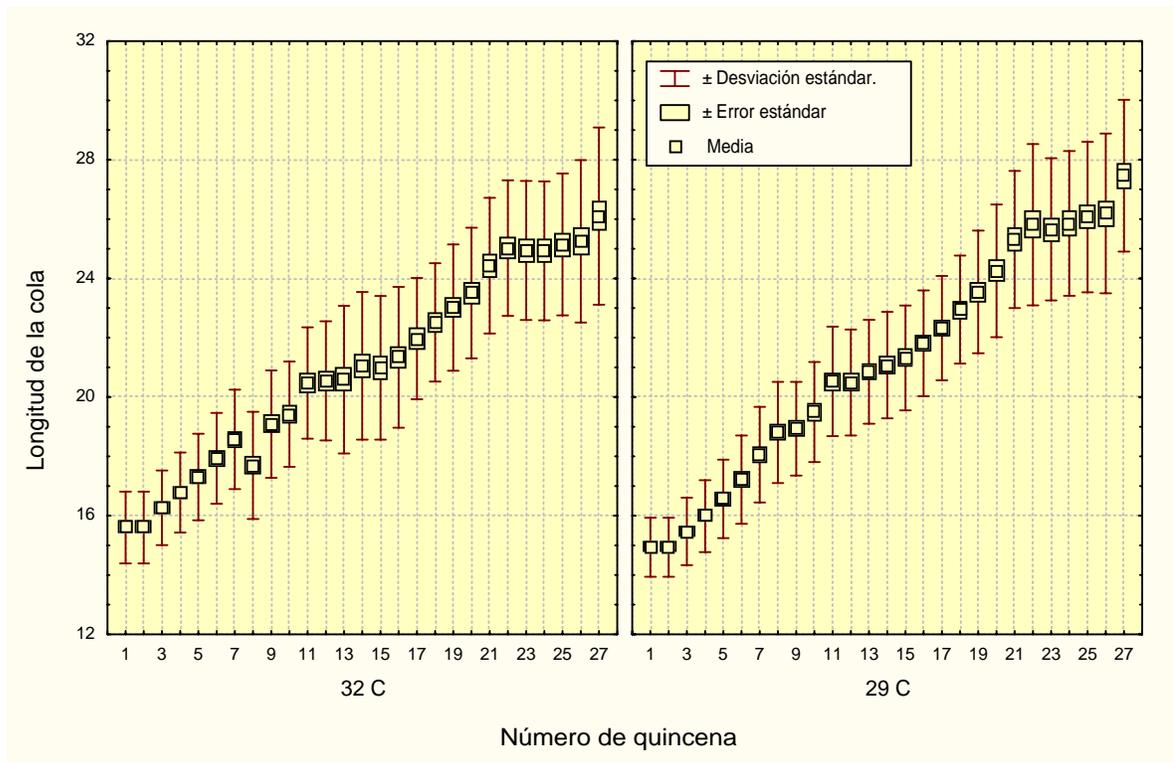
Al observar la gráfica de cajas comparando las dos poblaciones establecidas por el tipo de alimento, puede apreciarse que el incremento de la LC no se dio en forma constante, por ejemplo, en la quincena 11 y 22 del grupo de pollina se presenta súbitamente un decremento en el tamaño de la cola. En el grupo de la conejina únicamente se observa este caso en la quincena 8 (Figura 19).

**Cuadro 9. Contraste de medias del tipo de alimento en el incremento de la longitud de la cola (mm) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Quincena	Tipo de alimento		Probabilidad
	Pollina	Conejina	
1	5.52	5.43	0.14
2	7.71	7.94	0.17
3	8.18	8.65	0.18
4	9.48	8.71	0.03*
5	11.43	10.29	0.01*
6	13.31	11.81	0.01*
7	14.67	12.85	0.01*
8	15.93	14.01	0.01*
9	17.36	15.42	0.01*
10	18.12	16.88	0.12
11	18.88	17.85	0.22
12	19.06	18.35	0.42
13	19.74	19.72	0.79
14	19.97	19.73	0.99
15	20.39	20.53	0.89
16	21.97	22.78	0.51
17	24.08	25.41	0.34
18	26.35	28.07	0.27
19	28.69	29.89	0.51
20	31.57	32.62	0.62
21	32.48	35.73	0.17
22	34.48	37.81	0.17
23	35.48	39.49	0.11
24	36.71	44.28	0.008*
25	36.27	48.97	0.0001*
26	37.18	54.55	0.0001*

### **Efecto de la temperatura de incubación en la longitud de la cola**

La temperatura de incubación que favoreció el incremento en la longitud de la cola fue la de 29 °C, aún cuando en las quincenas 1 a 3 las iguanas incubadas a 32 °C presentaron significativamente mayor LC ( $p < 0.0001$ ). La de 29 °C mostró su efecto desde la quincena 10 hasta el final del experimento ( $p < 0.05$ ), (Cuadro 10).



**Figura 20. Cambios en la longitud de la cola (mm) por efecto de la temperatura de incubación.**

En la gráfica de contraste de poblaciones el comportamiento del crecimiento de la cola se muestra irregular, incluso en la quincena 8 del grupo de 32° C hay un decremento considerable y después vuelve a recuperarse en la quincena 9 (Figura 20).

Durante el desarrollo del experimento se presentaron muchas rupturas de las colas de las iguanas, por lo tanto el decremento de las mediciones coincide con algunos momentos en los que hubo varias iguanas con colas incompletas.

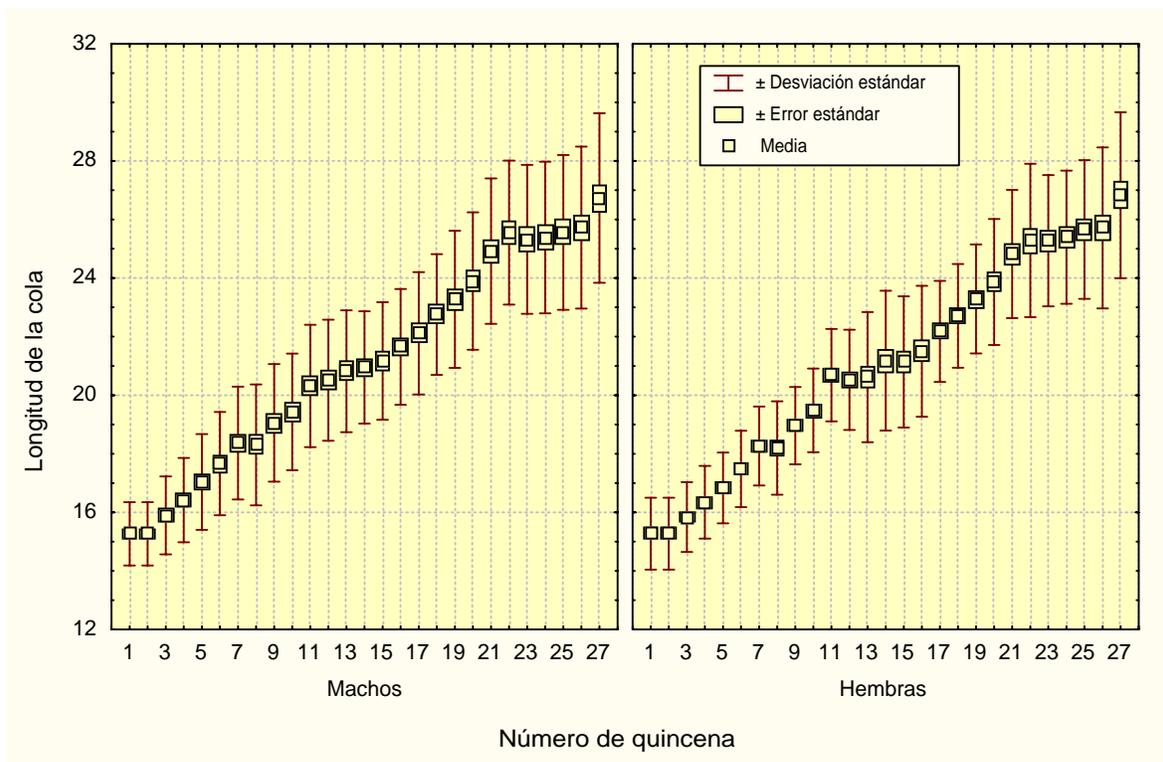
**Cuadro 10. Contraste de medias de la temperatura de incubación en el incremento de la longitud de la cola (mm) por quincena. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Quincena	Temperatura de incubación (°C)		Probabilidad
	32	29	
1	5.67	5.56	0.0001*
2	8.472	7.183	0.0001*
3	9.074	7.756	0.0004*
4	9.275	8.918	0.33
5	11.014	10.709	0.52
6	12.649	12.479	0.79
7	13.470	14.047	0.42
8	14.572	15.338	0.32
9	15.825	16.908	0.18
10	16.633	18.352	0.03*
11	17.391	19.363	0.02*
12	17.728	19.734	0.02*
13	18.827	20.973	0.02*
14	18.475	21.002	0.01*
15	18.998	21.925	0.01*
16	20.834	23.931	0.01*
17	23.019	26.473	0.01*
18	25.197	29.215	0.01*
19	27.267	31.321	0.03*
20	29.899	34.294	0.04*
21	31.169	37.034	0.02*
22	33.559	38.734	0.04*
23	34.899	40.069	0.04*
24	37.578	43.405	0.04*
25	39.563	45.675	0.04*
26	42.558	49.172	0.05*

### **Efecto del sexo en la longitud de la cola**

El sexo no mostró efecto significativo para las mediciones de la longitud de la cola (Cuadro 11). Incluso no se pueden apreciar a simple vista las diferencias numéricas que existen entre las dos poblaciones establecidas por el sexo (Figura 21).

En las gráficas de caja, el comportamiento del crecimiento de la cola es muy semejante, únicamente en la quincena 11 del grupo de hembras se presentó una media más alta respecto a las otras mediciones quincenales, pero se mantiene el incremento en forma muy regular entre los dos grupos (Figura 21).

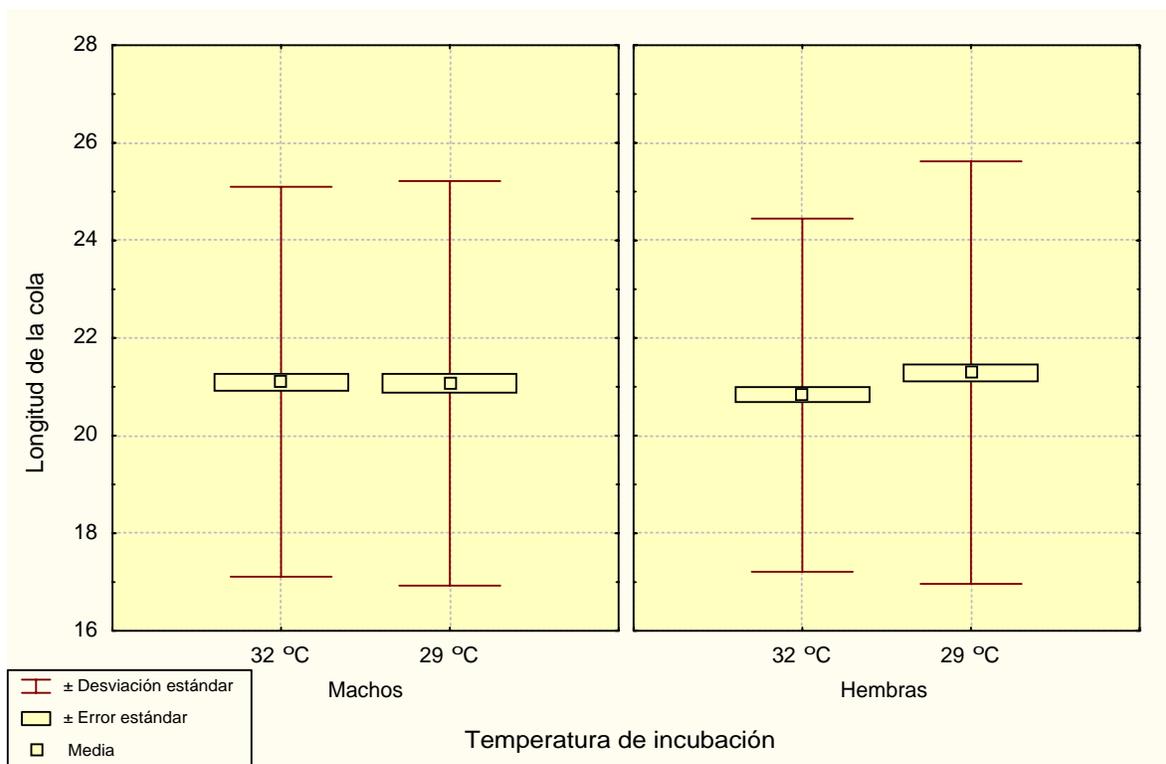


**Figura 21. Cambios en la longitud de la cola en cada sexo.**

**Cuadro 11. Efectos principales de las variables independientes sobre la longitud de la cola. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

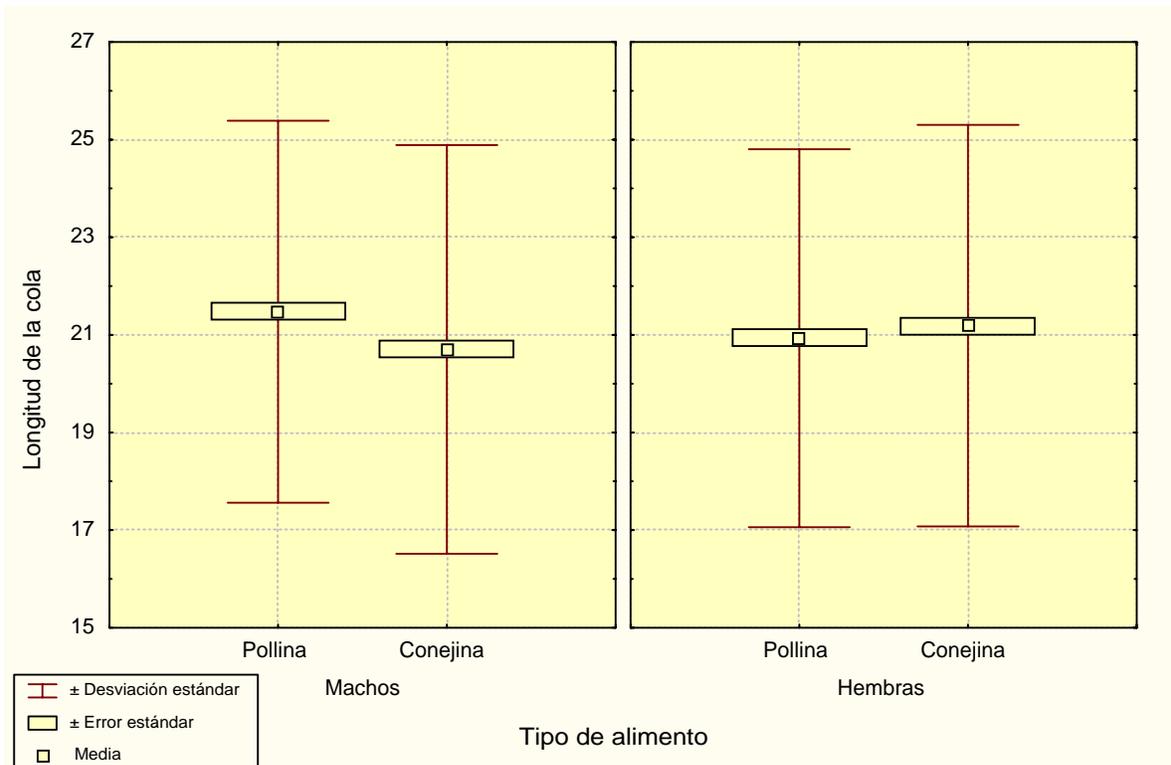
Factor	Efecto de la media	Grados de libertad del error	Error estándar de la media	F	P
1	33.227	1943	4.072	8.158	0.004*
2	28.613	1943	4.072	7.025	0.008*
3	1.552	1943	4.072	0.381	0.537
4	1016.85	1943	4.072	249.67	0.0001*
1 x 2	0.039	1943	4.072	0.009	0.921
1 x 3	39.868	1943	4.072	9.789	0.002*
2 x 3	155.30	1943	4.072	38.133	0.0001*
1 x 4	8.762	1943	4.072	2.151	0.0006*
2 x 4	5.302	1943	4.072	1.301	0.141
3 x 4	0.356	1943	4.072	0.087	1
1 x 2 x 3	20.603	1943	4.072	5.058	0.024*
1 x 2 x 4	0.283	1943	4.072	0.069	1
1 x 3 x 4	0.618	1943	4.072	0.151	1
2 x 3 x 4	0.758	1943	4.072	0.186	0.999
1 x 2 x 3 x 4	0.652	1943	4.072	0.160	1

1 = Temperatura de incubación, 2 = Tipo de alimento, 3 = Sexo, 4 = Tiempo.



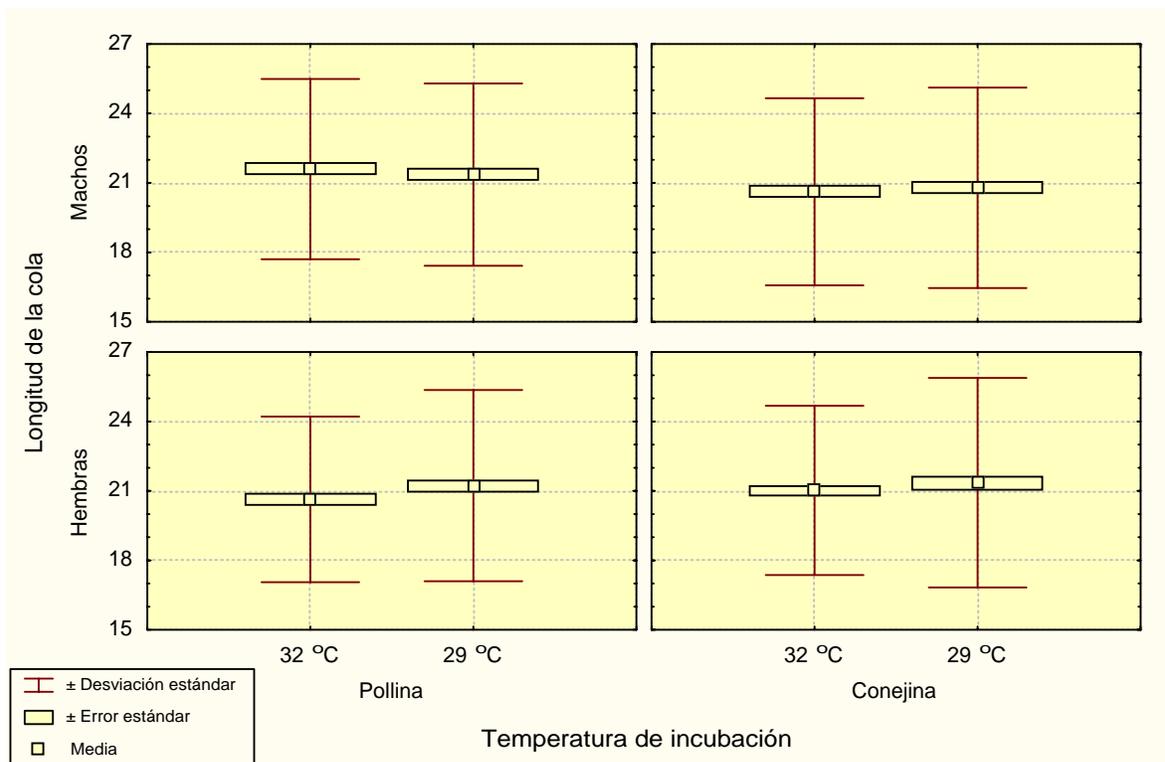
**Figura 22. Interacción de efectos entre la temperatura de incubación y sexo.**

En la interacción de la temperatura de incubación y el sexo se puede ver que las medias son muy parecidas, por esto es que no aparecen diferencias significativas entre las dos poblaciones establecidas por el sexo. Sólo en el caso de las hembras hay una ligera diferencia debida al efecto de la temperatura de incubación, siendo la media de 29 °C la mayor. En el grupo de los machos, las dos poblaciones establecidas por la temperatura de incubación presentan unas medias casi iguales, y la media de las hembras incubadas a 32 °C también está casi empatada con las de los machos incubados a 29 y 32 °C.



**Figura 23. Interacción de efectos entre el tipo de alimento y sexo.**

Hubo una interacción entre el tipo de alimento y el sexo, siendo el grupo de iguanas que presentó mayor longitud de la cola el de machos alimentados con pollina. Contrariamente, el grupo de machos alimentado con conejina fue el que presentó la media más baja. El grupo de hembras alimentado con conejina presentó una media ligeramente mayor que el de pollina, y éste tuvo una media también un poco más alta que el grupo de machos alimentado con conejina (Figura 23).



**Figura 24. Interacción de efectos entre la temperatura de incubación, tipo de alimento y sexo.**

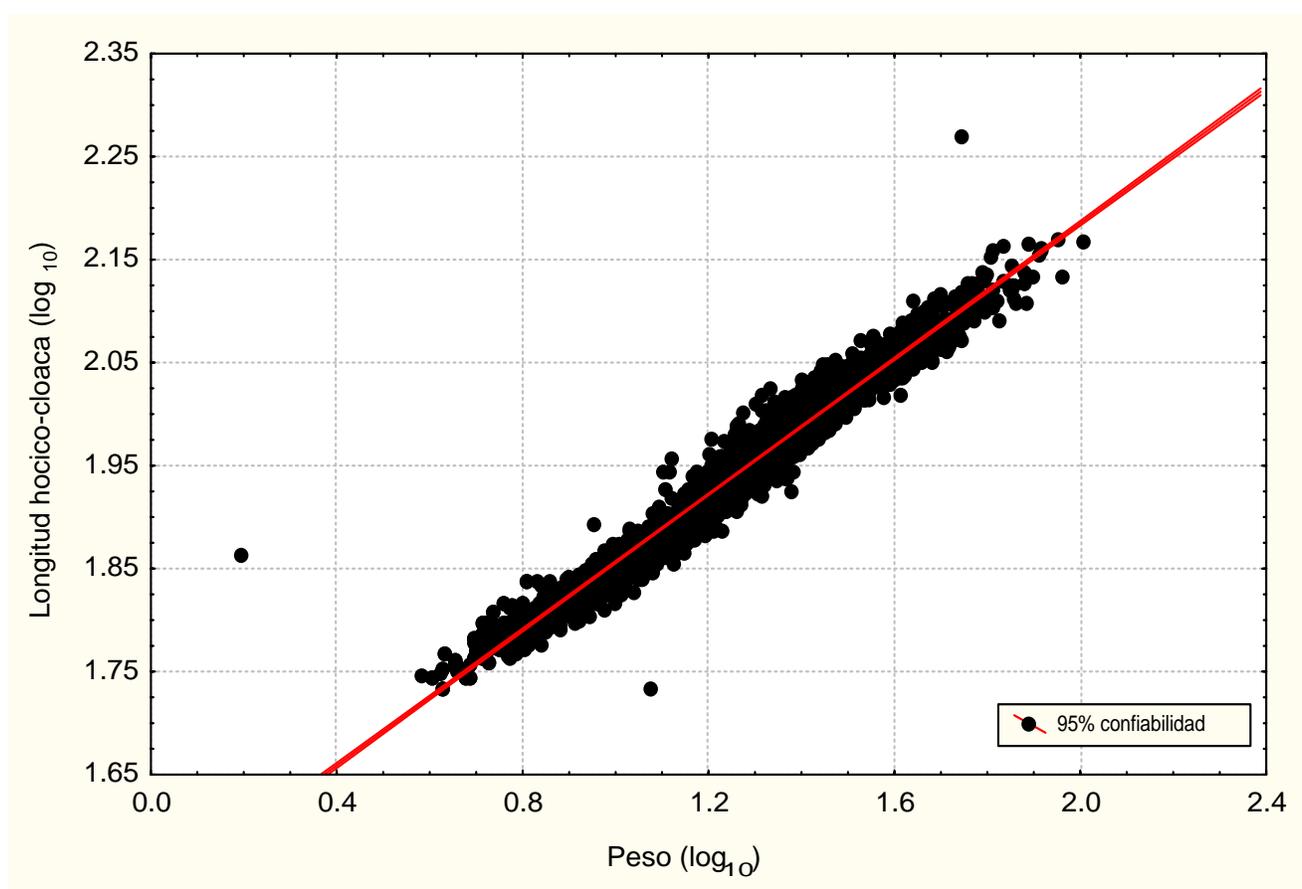
En la gráfica de las interacciones de los tres factores se observa que en el grupo de hembras se presentan diferencias por la temperatura de incubación, la de 29 °C es la que promovió una mayor LC. En el grupo de machos, los 32 °C de incubación combinado con la pollina dio como resultado la mayor media de LC. El grupo de machos alimentado con conejina presentó medias casi iguales, mientras que en el de machos alimentados con pollina se obtuvieron medias más altas (Figura 24). Para mayor detalle ver anexo III.

### **Análisis de regresión lineal en las variables de respuesta del crecimiento**

Se buscó la relación entre las tres variables de respuesta para conocer la importancia de la correspondencia entre ellas. Las regresiones lineales hechas al combinar las tres variables de

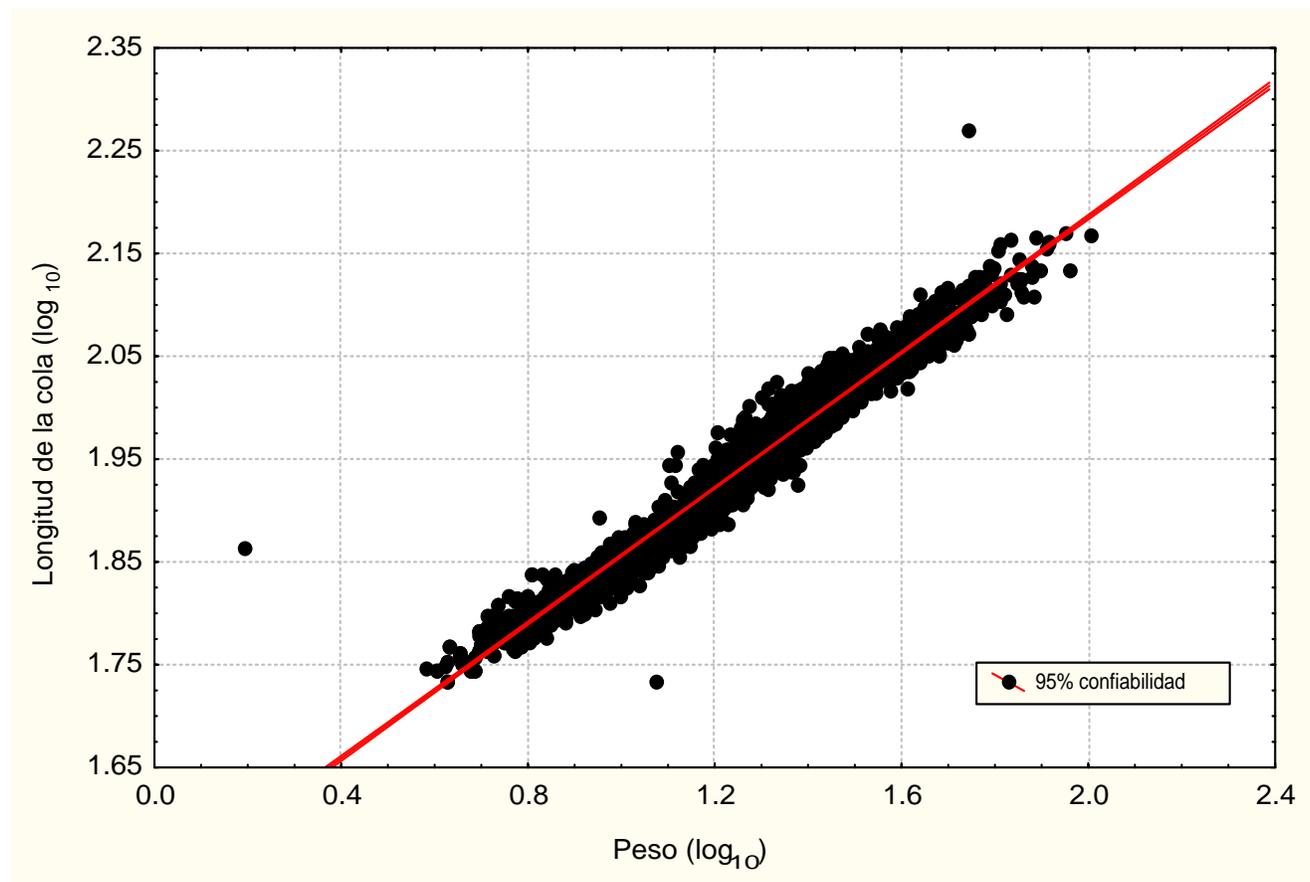
respuesta (LHC x Peso, LC x Peso y LHC x LC) resultaron muy significativas ( $p < 0.0001$ ) (Figuras 26, 27 y 28).

El modelo de regresión lineal para el peso y la longitud hocico-cloaca reveló que existe una fuerte relación entre estas dos variables morfométricas puesto que la  $r^2$  resultante fue de 0.96 con una  $p < 0.0001$  (Figura 26). Es decir, los cambios de peso vivo aumentaron en forma proporcional con el incremento de la longitud hocico-cloaca.



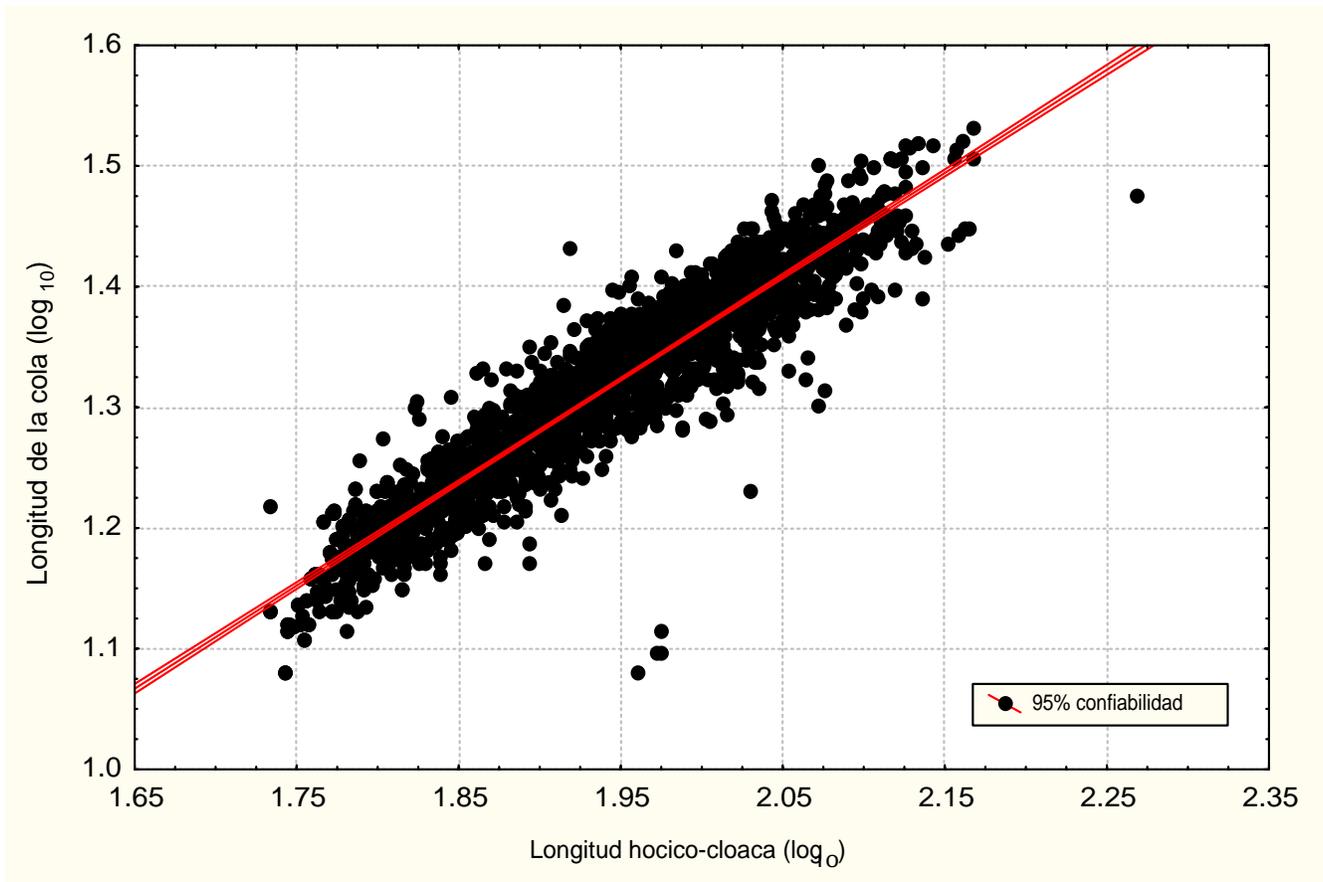
**Figura 26. Relación de la longitud hocico-cloaca con el peso.**  
Ecuación:  $LHC = -4.41 \pm 0.024 + 0.98 \pm 0.004$  (peso).

El modelo de regresión lineal para el peso y la longitud de la cola tuvo una relación estrecha con una  $r$  de 0.96. Entonces, mientras el peso va en aumento, la longitud de la cola también, en forma casi directamente proporcional (Figura 27).



**Figura 27. Relación del peso con la longitud de la cola.**  
Ecuación:  $LC = -4.41 \pm 0.024 + 0.98 \pm 0.004$  (peso).

La longitud hocico-cloaca y la longitud de la cola guardaron una relación estrecha según el resultado del análisis de regresión lineal (Figura 28). El valor de la  $r^2$  es = 0.89 con una  $p < 0.0001$ .



**Figura 28. Relación entre la longitud hocico-cloaca y la longitud de la cola.**  
**Ecuación:  $LC = 0.57 \pm 0.01 + 0.94 \pm 0.007$  (longitud hocico-cloaca).**

En el modelo de regresión múltiple (Cuadro 12) se combinó el peso con la temperatura de incubación, el tipo de alimento, el sexo y el número de quincenas. El resultado indicó que existe una influencia fuerte de la temperatura de incubación para el peso y la longitud hocico-cloaca ( $p < 0.0001$ ) y una menor para la longitud de la cola ( $p < 0.037$ ). El tipo de alimento sólo mostró influencia en el peso y la longitud de cola ( $p < 0.0001$ ), mientras que el sexo únicamente para la longitud hocico-cloaca ( $p < 0.001$ ).

**Cuadro 12. Valores de la prueba de regresión múltiple. El asterisco (\*) indica diferencias significativas.**

Parámetros		Peso	LHC	LC
R		0.890	0.919	0.873
R <sup>2</sup>		0.792	0.844	0.762
R <sup>2</sup> ajustada		0.791	0.844	0.762
Temperatura de incubación	$\beta_0$	0.0506	0.00963	0.00364
	$\beta_1$	0.042	0.054	0.022
	p	0.0001*	0.0001*	0.037*
Tipo de alimento	$\beta_0$	0.0376	0.00179	-0.0065
	$\beta_1$	0.031	0.010	-0.040
	p	0.002*	0.247	0.0001*
Sexo	$\beta_0$	0.0789	0.00507	-0.00026
	$\beta_1$	0.006	0.028	-0.002
	p	0.547	0.001*	0.879

Las diferencias más grandes se encontraron en los tratamientos donde se combinaron la conejina con la temperatura de incubación de 29 °C, excepto en el tratamiento 4, donde el tipo de alimento fue la pollina.

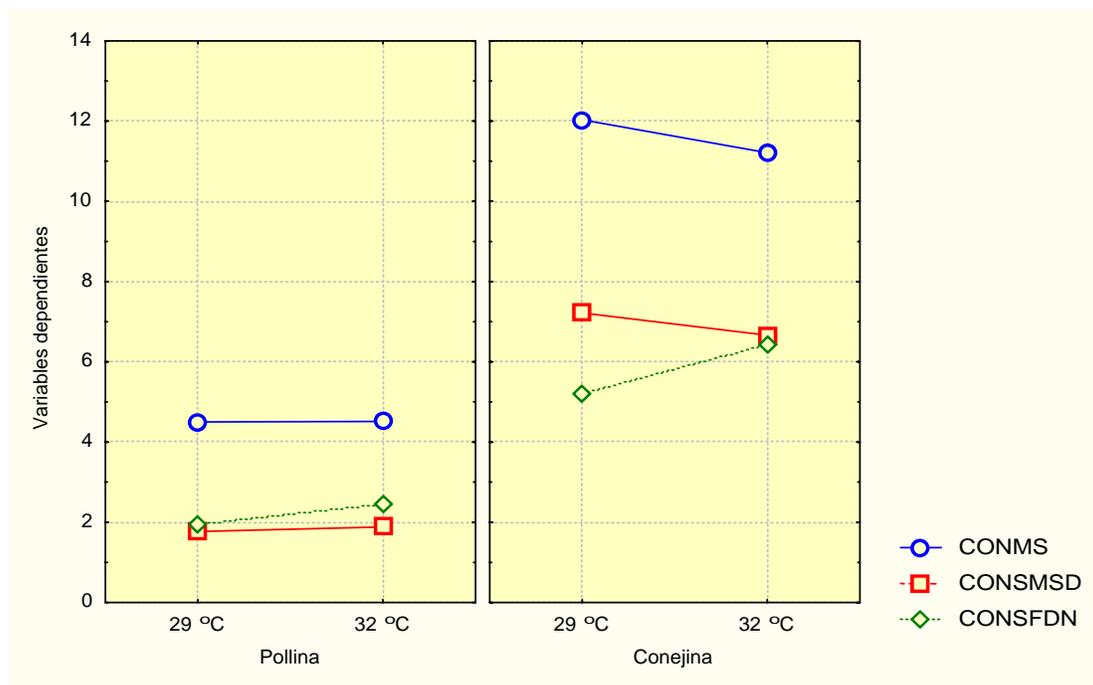
Si se toma en cuenta el sexo, tres de los cuatro tratamientos con las diferencias más grandes fueron con hembras. Sin embargo, en casi todos los análisis de varianza y efectos principales, estas diferencias no tuvieron significancia estadística.

**Cuadro 13. Valores resultantes de la regresión lineal para las tres variables de crecimiento, tomando en cuenta las variables independientes ordenadas por tratamiento.**

	<b>Tratamiento</b>	<b>No. de réplicas</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Peso</b>	1	260	53.48	4.24	49.24	21.07	10.65
	2	260	62.04	1.57	60.47	20.29	11.37
	3	260	72.04	4.57	67.47	22.54	13.45
	4	260	91.83	5.17	86.66	22.73	14.68
	5	260	51.30	4.76	46.54	22.32	11.65
	6	260	60.48	4.86	55.62	23.08	13.11
	7	260	101.18	3.81	97.37	23.70	15.97
	8	260	89.48	4.03	85.45	24.99	16.64
<b>LHC</b>	1	260	124.88	54.20	70.68	88.63	16.84
	2	260	130.44	56.82	73.62	88.07	15.99
	3	260	133.48	56.31	77.17	88.89	17.67
	4	260	137.19	59.33	77.86	91.19	17.84
	5	260	129.39	55.55	73.84	91.19	17.78
	6	260	133.60	55.54	78.06	91.76	18.08
	7	260	185.45	55.72	129.73	90.90	21.07
	8	260	147.32	54.13	93.19	92.14	21.41
<b>LC</b>	1	260	30.50	13.50	17	21.81	3.79
	2	260	28.85	12.80	16.05	20.84	3.47
	3	260	32.80	13.50	19.3	20.82	3.97
	4	260	33.00	12.00	21	21.22	3.59
	5	260	29.80	13.20	16.6	21.60	3.80
	6	260	30.00	13.00	17	21.48	3.99
	7	260	34.00	13.10	20.9	21.01	4.25
	8	260	33.20	12.00	21.2	21.59	4.43

## Efecto del tipo de alimento en la digestibilidad y el consumo

El consumo de materia seca, materia seca digestible, fibra detergente neutro y fibra detergente neutro digestible fue significativamente más alto para las iguanas alimentadas con conejina (Figuras 29 y 30).



**Figura 29. Efectos principales del tipo de alimento y la temperatura de incubación en el consumo. Simbología: CMS = consumo de materia seca, CONMSD = consumo de la materia seca digestible CONFDN = consumo de la fibra detergente neutro.**

El consumo de la fibra detergente neutro digestible, consumo como porcentaje del peso vivo, la conversión del consumo y la digestibilidad de la materia seca también fueron significativamente mayores (Cuadro 14) con la conejina ( $p < 0.0001$ ). Hubo una interacción del consumo como porcentaje del peso vivo y la digestibilidad de la fibra detergente neutro en las iguanas alimentadas con conejina ( $p < 0.05$ ) (Figura 30).

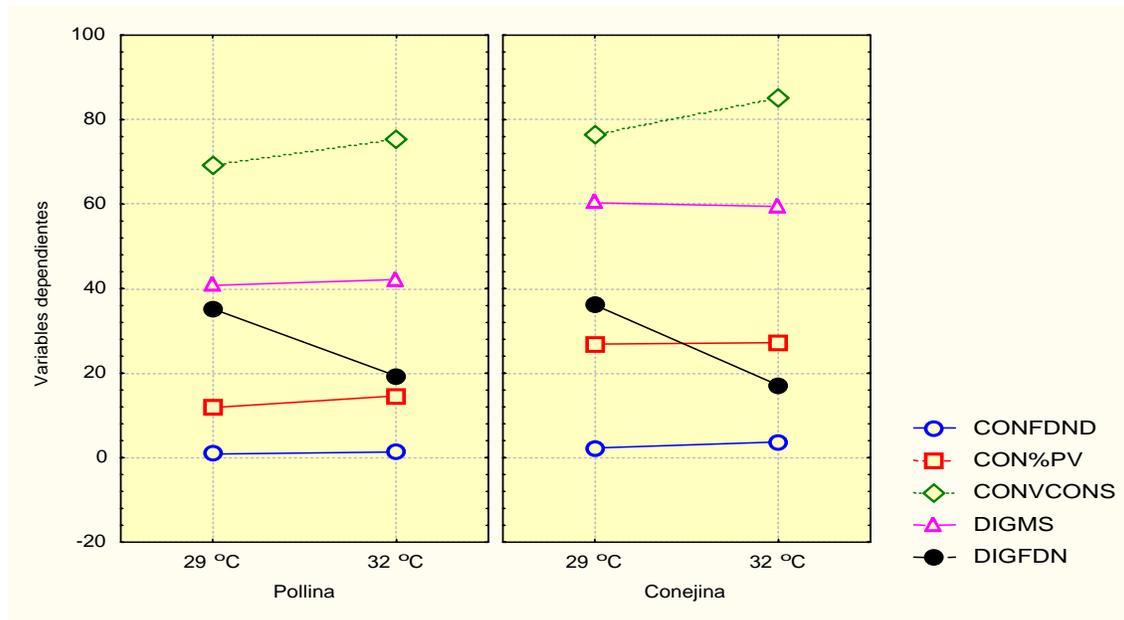


Figura 30. Efectos principales del tipo de alimento y la temperatura de incubación en el consumo y la digestibilidad. Simbología: CFDND = consumo de la fibra detergente neutro digestible, CON%PV = consumo como porcentaje del peso vivo, DIGMS = digestibilidad de la materia seca y DIGFDN = digestibilidad de la fibra detergente neutro.

La digestibilidad de la fibra detergente neutro fue mayor en las iguanas alimentadas con conejina numéricamente, pero la diferencia no es significativa (Cuadro 14, Figura 30).

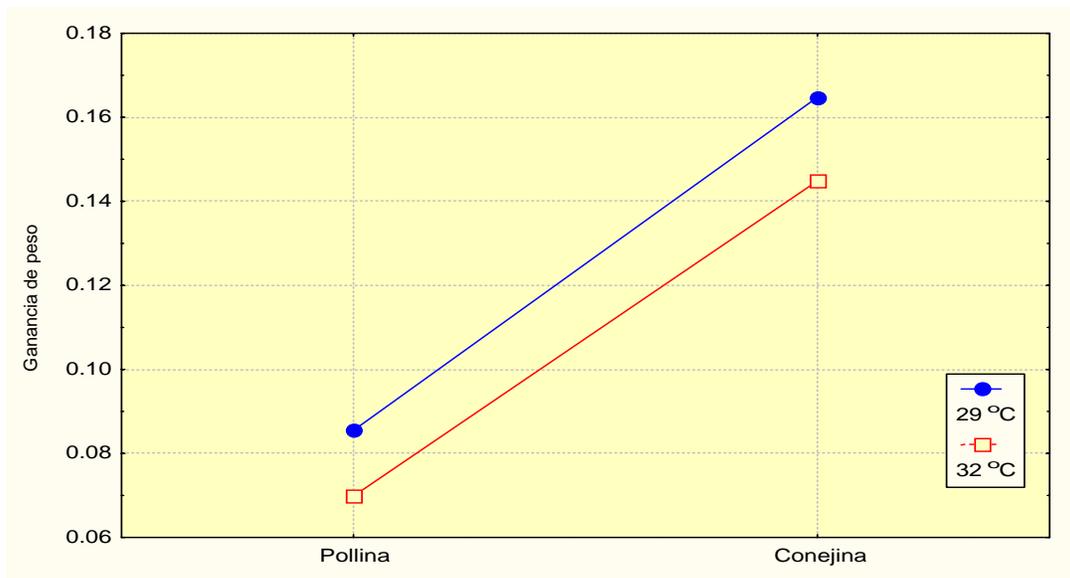


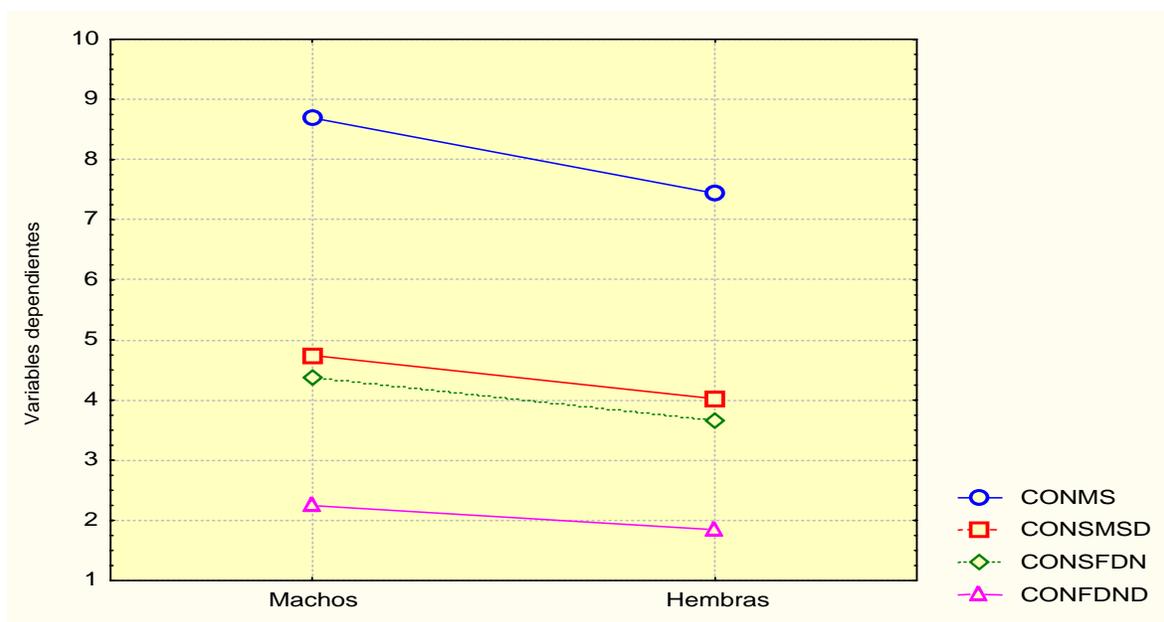
Figura 31. Efectos principales del tipo de alimento y la temperatura de incubación en la ganancia de peso.

La ganancia de peso fue mayor en las iguanas alimentadas con conejina (Figura 31). Se separó esta gráfica del resto porque la escala de la diferencia es muy pequeña y Statistica no lo detectaba con las demás variables de consumo y digestibilidad.

### Efecto de la temperatura de incubación en el consumo y la digestibilidad

Las iguanas incubadas a 29 °C presentaron mayor consumo de fibra detergente neutro digestible ( $p < 0.03$ ) que las de 32 °C (Cuadro 14, Figura 29). Hubo una interacción de efectos entre la conejina y los 29 °C de incubación para el consumo como porcentaje del peso vivo ( $p < 0.001$ ), el consumo de la fibra detergente neutro ( $p < 0.0008$ ), de la fibra detergente neutro digestible ( $p < 0.0001$ ) y de la materia seca digestible ( $p < 0.008$ ) (Cuadro 14).

La digestibilidad de la fibra detergente neutro sólo fue influida significativamente ( $p < 0.0001$ ) por la temperatura de incubación (Cuadro 14, Figura 30).

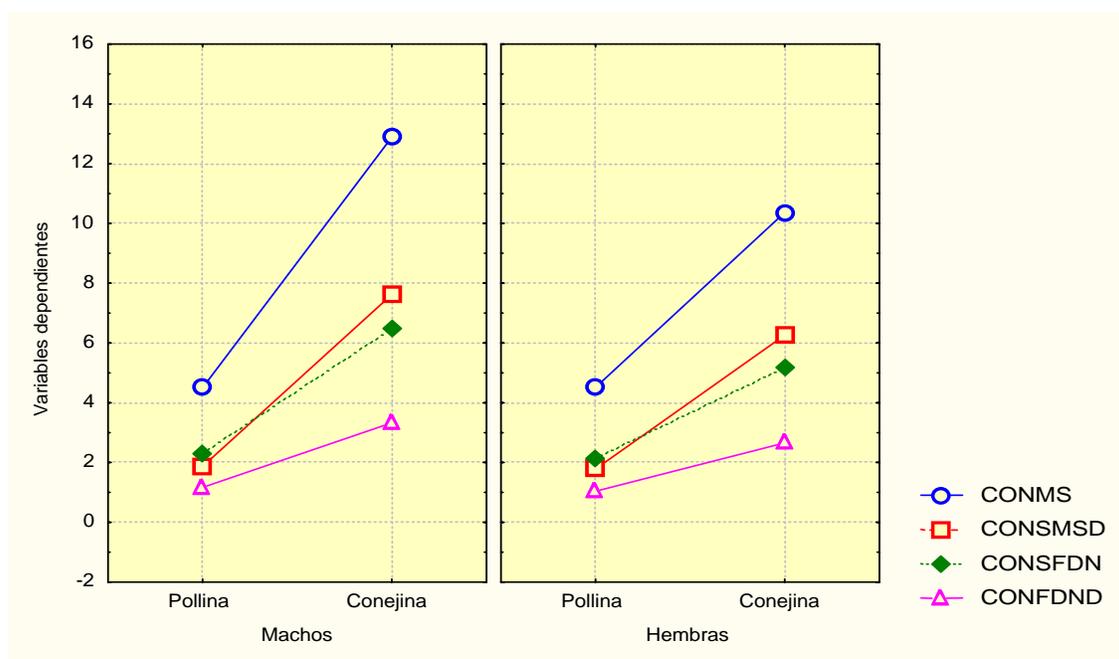


**Figura 33. Comparación entre sexos para el consumo. Simbología: CONSMS = consumo de la materia seca, CONSFND = consumo de la fibra detergente neutro, CONSMSD = consumo de la materia seca digestible, CONFDND = consumo de la fibra detergente neutro digestible.**

## Efecto del sexo en el consumo y la digestibilidad

El sexo tuvo efecto para el consumo de la materia seca, de la materia seca digestible, de la fibra detergente neutro y de la fibra detergente neutro digestible, siendo los machos quienes tuvieron estos valores más altos que las hembras. La digestibilidad no fue influida por alguno de los dos sexos (Cuadro 14).

Hubo una interacción entre el tipo de alimento y el sexo (la conejina, machos) para el consumo de la materia seca, de la materia seca digestible, de la fibra detergente neutro y de la fibra detergente neutro digestible (Cuadro 14, Figura 34) ( $p < 0.05$ ).



**Figura 34. Efectos principales del tipo de alimento y el sexo en el consumo. Simbología: CONSMS = consumo de la materia seca, CONSFDN = consumo de la fibra detergente neutro, CONSMSD = consumo de la materia seca digestible, CONSFND = consumo de la fibra detergente neutro digestible.**

**Cuadro 14. Efecto de la temperatura de incubación, tipo de alimento y sexo en el consumo y la digestibilidad.**

Factor			Consumo (g/d)				Consumo
Sexo	Temp. de incub. (°C)	Alimento	MS	MSD <sup>1</sup>	FDN <sup>1</sup>	FDND <sup>1</sup>	% peso vivo
Macho	32	Pollina	0.081	0.033	0.035	0.015	0.261
		Conejina	0.497	0.293	0.275	0.153	1.152
	29	Pollina	0.085	0.035	0.037	0.016	0.219
		Conejina	0.576	0.346	0.334	0.194	1.223
Hembra	32	Pollina	0.074	0.032	0.033	0.015	0.232
		Conejina	0.445	0.268	0.235	0.124	1.089
	29	Pollina	0.086	0.035	0.037	0.016	0.236
		Conejina	0.536	0.325	0.309	0.179	1.247
<b>Desviación Estándar</b>			0.012	0.047	0.043	0.027	0.12
<b>Coefficiente de variación</b>			38.72	27.39	26.62	30.02	16.9
<b>Valores de p</b>							
<b>Temperatura de incubación</b>			0.49	0.52	0.22	0.08	0.68
<b>Alimento</b>			0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
<b>Sexo</b>			0.05*	0.06	0.04*	0.03*	0.37
<b>Temperatura de incubación x Alimento</b>			0.47	0.33	0.20	0.07	0.73
<b>Temperatura de incubación x Sexo</b>			0.86	0.99	0.85	0.83	0.61
<b>Sexo x Alimento</b>			0.02*	0.04*	0.011*	0.008*	0.19
<b>Temperatura de incubación x Sexo x Alimento</b>			0.71	0.86	0.88	0.98	0.68

Simbología = materia seca (MS), materia seca digestible (MSD), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente neutro digestible (FDND).

<sup>1</sup> Medias ajustadas por peso inicial como covariable (P<0.0001).

**Cuadro 14 (continuación).**

Factor			Ganancia de peso	Conversión del alimento <sup>1</sup>	Digestibilidad materia seca	Digestibilidad FDN
Sexo	Temp. de incub. (°C)	Alimento	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)
Macho	32	Pollina	0.076	1.330	42.450	16.410
		Conejina	0.149	3.607	58.792	22.212
	29	Pollina	0.077	2.137	41.331	15.009
		Conejina	0.181	3.758	59.791	19.204
Hembra	32	Pollina	0.063	1.457	41.890	35.735
		Conejina	0.140	4.141	60.103	34.723
	29	Pollina	0.093	1.305	40.205	36.299
		Conejina	0.148	3.958	60.859	35.948
<b>Desviación estándar</b>			0.054	1.733	8.138	7.330
<b>Coefficiente Variación</b>			46.63	63.916	16.059	27.208
<b>Valores de p</b>						
<b>Temperatura de incubación</b>			0.14	0.24	0.62	0.0001*
<b>Alimento</b>			0.0001*	0.6	0.0001*	0.69
<b>Sexo</b>			0.41	0.72	0.42	0.19
<b>Temperatura de incubación x Alimento</b>			0.85	0.82	0.92	0.35
<b>Temperatura de incubación x Sexo</b>			0.93	0.48	0.59	0.09
<b>Sexo x Alimento</b>			0.36	0.83	0.99	0.88
<b>Temperatura de incubación x Sexo x Alimento</b>			0.27	0.44	0.53	0.73

FDN = fibra detergente neutro.

<sup>1</sup> Medias ajustadas por peso inicial como covariable (P<0.0001).

## DISCUSIÓN

### Efecto del tipo de alimento en el crecimiento

Actualmente se han obtenido resultados favorables en los experimentos de alimentación con conejina y pollina en iguana negra criada en cautiverio. Estos alimentos parecen ser una buena fuente de nutrientes para *Ctenosaura pectinata*, puesto que los ejemplares han presentado crecimiento y consumo adecuados y no han padecido ningún problema digestivo (obstrucciones, diarreas, etc.).

Arcos *et al.* (2002) consiguieron un mayor crecimiento en los neonatos que fueron alimentados con una mezcla de alimento para conejo, larvas de mosco, jitomate y alfalfa, que con otra mezcla de chapulines, tulipacho, larvas de mariposa y repollo. Aunque existen otros factores, como la humedad, la temperatura ambiental, el espacio o la disponibilidad de agua, que pudieron haber influido parcialmente en el crecimiento de los ejemplares, la alimentación puede ser crucial para que la iguana crezca o no al criarse en cautiverio. De acuerdo al postulado de Baer (1977), el cual sugiere que si no se cubren los requerimientos nutritivos desde una edad temprana, el organismo no puede ser capaz de aprovechar completamente su potencial genético y como resultado no alcanzaría la talla “estandarizada” de acuerdo a su especie. En el presente estudio, se observó un efecto innegable de la conejina ( $p < 0.05$ ) en las tres variables morfométricas, sobre todo en las últimas quincenas de medición. Los resultados coincidieron con los de Arcos *et al.* (2002) en que las iguanas alimentadas con conejina presentaron mayor longitud hocico-cloaca, longitud de cola y cambios en el peso vivo, aún cuando las que fueron alimentadas con pollina al inicio tenían las mayores dimensiones corporales.

El agua también puede jugar un papel constringente en el crecimiento, es decir, la disponibilidad de este recurso puede influir en que los organismos puedan crecer de forma normal o disminuir su tasa de crecimiento. Sin embargo, en este experimento se hizo lo posible por satisfacer las necesidades hídricas de las iguanas, así, los individuos empleados en el presente

estudio tuvieron acceso continuo al agua, que se les proporcionó hasta la saciedad, dos veces al día.

Si la pollina contiene más proteína que la conejina, podría esperarse que los ejemplares crezcan más con el primer alimento, pero no se ha cumplido este pronóstico con la iguana negra puesto que los porcentajes de fibra detergente neutro, materia seca y ceniza insoluble en ácido que son más altos en la conejina, pueden interferir negativamente en la absorción de proteína. Conjuntamente, el porcentaje de materia seca de la conejina parece tener más disponibilidad para el aprovechamiento nutritivo en el intestino delgado de *C. pectinata*. Así se explicaría parcialmente por qué crecieron más con conejina. La proteína de la pollina tal vez no sea sintetizada como proteína estructural (para formar órganos, tejidos, huesos) y siga la ruta metabólica como producto nitrogenado de desecho. Se sabe también que la pollina contiene mayor cantidad de almidón que la conejina (Mendoza, *en prensa*) y este componente es degradado más fácilmente por las bacterias presentes en el tracto digestivo. Entonces, si la microbiota cecal tiene preferencia para digerir los carbohidratos sobre las proteínas (Flores, 1977), se revelaría una posible razón por la que la pollina no sea tan fácilmente asimilable en el tracto digestivo de *Ctenosaura pectinata*.

La cantidad de paredes celulares presentes en los alimentos también es un factor importante en la asimilación de los nutrientes contenidos. La conejina presentó mayor proporción de fibra detergente neutro; sin embargo, si la microbiota cecal es tan eficiente como la del contenido ruminal de un bovino (Vélez y Cobos, 1998), esto no sería ningún obstáculo para que la iguana negra pueda asimilar la fibra de este alimento. Las bacterias que se encuentran en el tracto digestivo son muy hábiles para degradar la celulosa en carbohidratos de cadena más corta, como los ácidos grasos volátiles (butírico, propiónico y acético) que son altamente digestibles en el tracto gastrointestinal del garrobo (Vélez y Cobos, 1998). El alimento se cuantificó al inicio de cada quincena; sin embargo, nunca se presentó un caso de ingesta total del alimento proporcionado, por lo que podría considerarse *ad libitum*. Esto es importante porque la restricción

en la dieta puede causar disminución de peso e interrupción del crecimiento. Andrews (1976) observó que la disponibilidad del alimento es un factor que limitó el crecimiento en las lagartijas (*Sceloporus*) insulares y no en las costeñas. La diferencia la atribuyó a que en la isla la cantidad de recursos estaba más circunscrita que en la costa, por lo que las lagartijas costeñas tienen más dificultades para cubrir sus necesidades nutritivas, por lo tanto, al tener una dieta pobre no satisfaría sus requerimientos mínimos para crecer de forma adecuada.

Arcos *et al.* (2005) obtuvieron ganancias de peso sin diferencia estadística entre los tratamientos que evaluaron, pero las iguanas con alimento para conejo tuvieron una ganancia de peso apenas perceptible respecto a las de gallina de postura y pollito. En su experimento las iguanas perdieron peso, lo cual ratifica que el alimento que promueve mayor crecimiento en la iguana negra es la conejina, según los resultados de Arcos *et al.* (2001) y los de este trabajo.

Al observar los periodos de incremento de la longitud hocico-cloaca influidos por la temperatura de incubación, se aprecia que durante las quincenas 4 a 8 el crecimiento es menor comparado con las otras quincenas; y si comparamos la fecha en que fueron tomadas estas medidas, vemos que coinciden con los meses de marzo y abril, que es cuando las hembras comienzan a ovipositar los huevos. Esto podría implicar que existe una estrategia para bajar su tasa metabólica y disminuir el gasto energético durante el periodo de oviposición (Suazo y Alvarado, 1996). Este comportamiento se esperaría más en adultos que en crías durante su primer y segundo año de vida.

### **Efecto del tipo de alimento en el consumo y digestibilidad**

Throckmorton (1973) en un experimento con iguana negra evaluó la digestibilidad de la papa dulce *Ipomea batata* presente en la dieta en vida libre. Obtuvo un porcentaje de 86.3% de digestibilidad aparente, aún cuando la papa dulce sólo contiene 2.5% de fibra por peso seco. La desventaja de este trabajo es que sólo utilizó cuatro ejemplares adultos que colectó del campo.

Arcos *et al.* (2005), por su parte observaron mayor consumo en iguanas con alimento para conejo, consumo medio en alimento para pollito y bajo en el de gallina ponedora y alfalfa.

Las iguanas alimentadas con conejina tuvieron mayor consumo de materia seca, fibra detergente neutro y fibra detergente neutro digestible ( $p = 0.0001$ ). Esto podría sugerir que la composición de la conejina está formulada con nutrientes que están mejor adaptados para el tracto digestivo de la iguana negra, puesto que está elaborada para un herbívoro monogástrico; mientras que la pollina contiene más almidones, es decir, está formulada para un organismo granívoro. Al hacer el análisis del contenido de las paredes celulares en laboratorio se vio que la pollina presenta menos fibra detergente neutro, fracciones donde no hay celulosa y sustancias de incrustación, sino que hay paredes de hemicelulosa o ceras que sí pueden ser digeridas por la microbiota presente en el tracto digestivo de *Ctenosaura pectinata*.

Al consumir más la conejina que la pollina, también podría implicar que las iguanas tuvieron mayor preferencia para consumir el primero independientemente del sexo y de la temperatura de incubación. Los resultados de Arcos *et al.* (2005), quienes observaron que el alimento más ingerido fue la conejina, coinciden parcialmente con los de este trabajo en que los individuos consumieron más conejina que pollina, pero la ganancia de peso que observaron fue aproximadamente la misma para todos sus tratamientos. Una posible explicación podría ser que el mayor consumo de conejina se deba a varios factores como la palatabilidad, el contenido nutricional, la capacidad de retención y absorción de los componentes en el tracto digestivo. Aunque no parezca importante, para algunos reptiles la ingesta está determinada en parte por la consistencia del alimento. Por ejemplo, la iguana boba (*Sauromalus obesus*) prefiere flores de *Hypericum* que tienen una textura más cerosa que las de *Gazania* (Mayhew, 1996). En la iguana verde parece existir también una preferencia por el alimento cuyo contenido proteico, fibroso y húmedo es mayor (Garza y Mávil, 2003), lo cual puede ser también importante para caracterizar mejor la dieta de la iguana negra y tratar de entender los mecanismos de regulación alimenticia

para esta especie. Así, podría decirse que la conejina fue más palatable para las iguanas porque los ejemplares a los que se les asignó este alimento lo consumieron en mayor cantidad.

Es muy importante que la iguana negra cuente con todos los nutrientes esenciales en su dieta, sobre todo cuando se críe en cautiverio ya que la falta de uno o varios de ellos también podría provocar enfermedades metabólicas que imposibiliten al animal tener su crecimiento normal, por ejemplo, la falta de una adecuada proporción Calcio : Fósforo en la dieta provoca que padezca una enfermedad conocida como osteodistrofia fibrosa o hiperparatiroidismo. Este padecimiento causa parálisis muscular, reblandecimiento del maxilar inferior e hiperplasia muscular de brazos y piernas, incluso hasta la muerte (Merck, 1979). Para corregir estas anomalías metabólicas basta con exponer a la iguana enferma directamente a los rayos solares por periodos de 2 horas diarias aproximadamente (obs. pers.).

Pough (1973) estableció mediante una serie de postulados la caracterización de los requerimientos nutritivos de acuerdo a la edad de los ejemplares de iguana negra. Si se adaptase la dieta de acuerdo a estos postulados, se les tendría que suministrar una dieta rica en proteínas y menos abundante en fibra durante sus primeros dos años de vida, y una vez alcanzada la madurez sexual, la dieta tendría que adaptarse a un contenido menor de proteína y mayor de fibra digestible. Valenzuela (1981), Suazo y Alvarado (1994), Durtsche (2004), Köhler (1998) y otros autores señalan que probablemente exista durante el desarrollo de cría a juvenil algún rasgo adaptativo en la región ceco-cólica de la iguana negra que favorezca el consumo y asimilación de fibra cuando pasa de insectívora a herbívora. Se cree que se produce un cambio en su ontogenia, sin embargo, no se ha podido comprobar con total exactitud el momento en que ocurre y cómo se realiza dicho cambio. Se han hecho observaciones en las que supuestamente acontece cuando los ejemplares alcanzan una talla de aproximadamente 225 mm de longitud hocico-cloaca (Valenzuela, 1981).

Se esperaría que los requerimientos energéticos de la dieta de un adulto sean más altos que cuando son más pequeños, pero ocurre lo contrario: cuando la iguana alcanza la talla adulta les

basta con los nutrientes obtenidos del material vegetal para poder mantener su tasa de metabolismo basal normal, mientras que en estado de cría-juvenil requiere una dieta energéticamente alta (Fanjul, 1988) debido a la alta demanda de nutrientes para el crecimiento.

Se sabe que la capacidad volumétrica de los órganos digestivos no difiere por edad o sexo en la iguana negra, así como aparentemente no existe un cambio ontogenético de la morfología del tracto digestivo de una estructura intestinal apta para insectos a otra apta para herbivoría, por lo que la explicación del aparente cambio ontogenético que presenta la iguana negra sigue siendo un misterio (Durtsche, 2004).

Las únicas explicaciones plausibles para este fenómeno fisiológico son: 1) La ausencia de colonias microbianas en la región cólica, es decir, las crías y juveniles parece que carecen de esta biota y estos cultivos son requeridos para la fermentación de la celulosa; 2) En las crías y juveniles todavía no está desarrollado el número total de válvulas en el colon. En estas estructuras toma lugar el proceso de fermentación, y al carecer del número completo que necesita para una eficiente digestión del material vegetal de su dieta, requeriría que se desarrollen totalmente las tres válvulas para poder consumir y asimilar los nutrientes de las plantas cuando alcanza la edad de inmaduro a adulto. Esto se contrapone a lo que Iverson (1980) postuló, al decir que el número, tamaño y tipo de válvulas son constantes en todas las especies de iguánidos a través de todo su ciclo de vida. Para dilucidar este problema en la iguana negra, convendría hacer una investigación más profunda de cómo opera el ya mencionado cambio ontogenético de la dieta y los cambios morfológicos que puedan estar correlacionados. Suazo y Alvarado (1994) coinciden en que la eficiencia digestiva de la materia vegetal tiene una relación directa con la presencia de nemátodos en el tracto digestivo. Sin embargo, no se ha comprobado que los nemátodos participen en la digestión de las paredes celulares y además, la eficiencia del alimento puede estar influida por la temperatura ambiental, la disponibilidad de alimento o la cantidad de celulosa en la dieta.

## **Efecto de la temperatura de incubación en el crecimiento**

La temperatura en la que se incuben huevos de iguana negra parece ser crucial para la sobrevivencia de los embriones y un factor limitante para el desarrollo posnatal adecuado. Si no se encuentran en el mínimo rango requerido, el desarrollo se haría de una forma inadecuada y los neonatos presentarían características fenotípicas que los hagan poco aptos para adaptarse y sobrevivir en su hábitat natural. Los huevos incubados a 29 °C dieron crías que, no obstante al inicio no eran las más grandes, al finalizar el experimento alcanzaron mayor talla y peso que las de 32 °C. Entonces, si ubicáramos en su ambiente natural a los dos grupos de tratamiento se verían más favorecidas para la sobrevivencia las primeras puesto que al ser más grandes y más pesadas tendrían más posibilidades de crecer, ser más ágiles y poder escapar ante sus depredadores.

De los pocos experimentos de incubación que existen de *Ctenosaura pectinata* el más parecido a la metodología de la presente investigación es el de González (2005) quien incubó 40 iguanas a 29 °C y 40 a 32 °C, las mismas temperaturas que se manejaron aquí. Sus resultados coinciden en que la mayor longitud hocico-cloaca fue con las incubadas a 29 °C. De acuerdo a Suazo y Alvarado (1994) la temperatura de incubación adecuada para el desarrollo de la iguana verde es aproximadamente 28 °C, pero según González (2005), y los resultados de este trabajo, en iguana negra era esperado que las de 29 °C tuvieran un mayor crecimiento (tomando en cuenta las tres variables empleadas para evaluarlo) que las de 32 °C puesto que esta temperatura mostró ser muy caliente para el desarrollo adecuado de los neonatos al reducirse el periodo de incubación.

Villegas (1997) incubó en cuatro diferentes tipos de sustrato huevos de iguana verde y obtuvo porcentajes de eclosión de 93.3% en vermiculita, pero manejó un rango de temperatura crítico (28-35 °C). Delgadillo de Montes (1998) incubó también iguana verde sobre un rango de 29 a 33 °C, con un promedio de 31 °C, pero no hizo mención del tipo de sustrato utilizado; consiguió un éxito de eclosión de 89% con variaciones en los periodos de eclosión de las crías.

En las lagartijas australianas *Bassiana duperreyi*, incubarlas en regímenes térmicos bajos aumenta significativamente el período de incubación. Las crías son pequeñas y más ligeras si son incubadas en temperaturas más altas respecto a otras que sean incubadas en temperaturas más bajas, aún cuando al momento de la oviposición la masa inicial sea exactamente la misma (Elphick y Shine, 1998).

Algunos estudios de temperatura de incubación en reptiles han mostrado que si no se sitúan los huevos dentro de un rango térmico adecuado durante la incubación, los resultados pueden tener fuertes repercusiones durante toda la vida del animal, ya que la temperatura de incubación es un factor abiótico que tiene un efecto importante durante el desarrollo embrionario.

Algunas veces la temperatura de incubación puede provocar en las iguanas consecuencias irreversibles durante toda su vida. Si al ser incubadas a 32 °C se reduce el periodo de incubación, también se le reduce el tiempo que tiene para desarrollar su organismo dentro del cascarón y alimentarse del vitelo. Este hecho puede presentarle a la iguana gastos energéticos muy altos puesto que tiene que acelerar su metabolismo para alcanzar un crecimiento adecuado y poder sobrevivir en su ambiente, así podría explicarse por qué no tiene la misma capacidad de crecimiento que sus hermanas incubadas a 29 °C.

Una de las consecuencias de someter una cría de iguana negra a una temperatura de incubación baja podría ser que no sobreviva o que su morfología y desempeño dentro de su hábitat no le permitan adaptarse completamente, reproducirse y dejar descendencia. La temperatura de incubación también puede ser una de las causas que determine que el animal alcance o no el máximo desarrollo que, por su potencial genético, hubiera podido alcanzar en estado adulto. Las iguanas que fueron incubadas a 32 °C, aunque al inicio fueron las más pesadas y grandes, después de un periodo de crecimiento de un año y medio se observó que no mantuvieron esta tendencia. Esto contrasta con el otro grupo de tratamiento (incubadas a 29 °C) que logró alcanzar las tallas

más grandes y el mayor peso, por lo que la temperatura puede jugar un papel importante en el desarrollo embrionario de tal forma que la repercusión perdure durante todo el desarrollo posnatal.

En las quincenas 10 a 13 los valores de las medias del peso vivo de las iguanas de 29 °C rebasaron totalmente a los de 32 °C, lo cual indica que, a pesar de que al nacer y durante los primeros meses de vida tenían mayor peso las de 32 °C, al final fueron más grandes las de 29 °C. Así que la iguana negra incubada en esta temperatura, después de algunos meses de vida puede incrementar su peso de una forma más rápida.

En las quincenas 2 y 3 la temperatura de incubación que promovió iguanas con mayor LHC y longitud de cola fue la de 32 °C, pero durante el periodo que duró el experimento los valores fueron cambiando de tal forma que a partir de la quincena 9 llegaron a ser significativamente más altos los valores de LHC para las iguanas de 29 °C.

El crecimiento de los ejemplares que fueron incubados a 29 °C fue superior a los de 32 °C. Probablemente esta diferencia se deba a que las primeras se encuentran en el rango (de 29 °C) que se ha visto más adecuado para la iguana negra, según González (2005). El régimen de 32 °C promovió iguanas con menor longitud hocico-cloaca, quizá porque los efectos que tiene la temperatura de incubación en el crecimiento son irreversibles a pesar de que exista una alimentación balanceada posnatal y que se les provea a los ejemplares un ambiente adecuado (luz, sombra, agua, temperatura ambiental, espacio).

Aunque al inicio del experimento las iguanas que presentaban mayor LHC en las quincenas 1 a 5 eran las de 32 °C, en la 6 casi se empatan los valores de las medias, pero en la quincena 7 la temperatura de 29 °C comenzó a superar a la otra al grado de que en el décimo intervalo de medición la diferencia se tornó significativa y permaneció así durante el resto del experimento (Cuadro 6), lo cual indica que esta temperatura influyó fuertemente en el tamaño de los ejemplares para que éstos pudieran alcanzar tallas más grandes.

Si se somete a algunas lagartijas a diferentes tratamientos de temperatura sólo por pequeños periodos de exposición y no en forma constante, los efectos se ven reflejados posteriormente, como el caso de la lagartija *Sceloporus virgatus*. Andrews (1997) incubó huevos de esta especie en varios tratamientos de temperatura que deseaba experimentar, pero sólo exponiéndolos durante unos días. Al final resultó que el periodo de incubación fue influido por el cambio de temperatura sufrido sólo por unos días, lo cual nos da una idea de lo importante que pueden resultar las fluctuaciones térmicas que se llegan a presentar en el campo y cómo afectan el desarrollo posnatal.

Los efectos principales de la temperatura de incubación y el tipo de alimento pueden observarse mejor al medir las diferencias entre las medias de los ocho tratamientos que evaluamos. En este caso, únicamente en las quincenas dos y tres se puede observar que la temperatura de incubación de 32 °C influyó más para el aumento de peso de los ejemplares. Sin embargo, de la quincena 13 a la 26 se aprecia cómo se incrementó más rápidamente el peso a partir de la 14. El efecto de la temperatura de incubación se volvió a presentar de las quincenas 15 a la 19 y en la 22, pero en este caso la temperatura que favoreció el incremento de peso fue la de 29 °C, por lo que el efecto del otro régimen térmico se perdió (Cuadro 4).

El análisis de varianza de las poblaciones evaluadas mostró que las iguanas incubadas a 32 °C tuvieron la longitud de cola más grande respecto a las otras y esta diferencia se volvió significativa de la quincena 1 a la 3 inclusive. A partir de la quincena 4 el efecto de la temperatura en el crecimiento de la cola se perdió y para la quincena 10 aparecieron diferencias significativas, pero ahora la temperatura que favoreció la mayor longitud de cola fue la de 29 °C, manteniéndose esta tendencia durante el resto del experimento.

El efecto del tipo de alimento se puede ver cuando en la quincena 16 las medias de la longitud de la cola de los dos grupos (contrastándolas por el tipo de alimento) se igualaron exactamente y a partir de la quincena 17 el efecto de la conejina se manifestó al incrementar la LC

de las iguanas tratadas bajo este alimento, hasta alcanzar una diferencia significativamente muy grande entre los dos grupos en comparación ( $p < 0.0008$ ). Por lo que se puede apreciar, a través del tiempo el efecto de la conejina se va manifestando hasta hacer que los ejemplares alcancen mayor talla que los de pollina, a pesar de que éstos fueron más grandes al inicio del experimento.

La longitud de la cola debe tomarse con algunas reservas porque en algunas ocasiones no resultaría ser un buen criterio para evaluar el crecimiento, por ejemplo, si algunas iguanas presentan rotura del extremo de la cola, lo cual es muy probable por la fragilidad de esta región corporal, entonces disminuiría la media para toda la población y al representarlo gráficamente habría un declive de su longitud, que no implica necesariamente que el animal no esté creciendo en las otras dimensiones morfológicas que se estén evaluando.

### **Efecto de la temperatura de incubación en el consumo y la digestibilidad**

El consumo de un animal está influido notoriamente tanto por la temperatura ambiental como por la temperatura en la que fue incubado. No existen muchos trabajos acerca de la eficiencia digestiva y el efecto que pueda tener la temperatura de incubación sobre ella, pero en este trabajo se encontró que existe una relación entre la incubación, el consumo y la digestibilidad. La temperatura de incubación que influyó para que hubiera mayor consumo y digestibilidad fue la de 29 °C, igual que en el crecimiento. Desafortunadamente no existen más trabajos de alimentación en iguana negra donde puedan verse más aspectos de sus efectos. Al hacer experimentos donde los ejemplares son incubados a temperaturas extremas, se espera que en las crías se presenten desde retrasos en la eclosión, bajo peso y/o talla al nacer, hasta malformaciones o la muerte del embrión. Sin embargo, se desconoce cómo operan los mecanismos de regulación del consumo de los reptiles en general.

Como sucede con frecuencia, la temperatura de incubación desempeña un papel importante en las funciones biológicas y metabólicas de los reptiles. Para la iguana negra también influye este factor extrínseco en el consumo y la digestibilidad de los alimentos que ingiere.

### **Efecto del sexo en el crecimiento**

Puede manifestarse el efecto del sexo *per se* en la iguana negra por el hecho de ser una especie con dimorfismo sexual. Cuando los ejemplares alcanzan la madurez sexual exhiben los caracteres sexuales secundarios propios de la especie (incremento de las dimensiones corporales en el macho, cresta espinosa dorsal más grande en el macho, poros femorales menos desarrollados en la hembra, etc). Sin embargo, al menos durante los primeros meses de vida de las crías, periodo en el que se desarrolló el experimento, no se registró ningún cambio en las dimensiones corporales que se haya podido atribuir únicamente al sexo. Sólo tuvo influencia al final del experimento en la longitud hocico-cloaca, lo cual podría explicarse como una consecuencia de las diferencias normales entre los dos géneros, en el que los machos evidentemente tienden a ser más conspicuos que las hembras por el dimorfismo sexual que existe en esta especie. En muchos reptiles es común que en estado adulto el macho sea más grande o más vistoso que la hembra, en estos casos sería totalmente razonable imputar al sexo un efecto positivo en el crecimiento.

### **Efecto del sexo en el consumo y la digestibilidad**

Hubo un efecto del sexo a favor de los machos para el consumo de materia seca, de fibra detergente neutro y de fibra detergente neutro digestible, pero no podría explicarse completamente esta diferencia por la biología de la especie, porque hasta ahora no se sabe que la capacidad para consumir materia seca o fibra detergente neutro sea inherente al género al menos durante los primeros meses de vida de la iguana negra. Se esperaba que esta diferencia fuera más

notoria cuando los machos alcanzaron el estado adulto, ya que al ser más grandes que las hembras tendrían el tracto digestivo más largo.

La digestibilidad no fue influida por alguno de los dos sexos, sin embargo, si alcanzan su estado de madurez y comienzan los cambios propios del dimorfismo sexual, esta situación podría cambiar considerablemente al aumentar las dimensiones del macho en forma más notoria que en la hembra. Así, se esperaría que en los machos el consumo incrementa y también la digestibilidad una vez que se manifiesten los caracteres sexuales secundarios entre los dos sexos.

Las iguanas alimentadas con conejina tuvieron mayor consumo de materia seca y fibra detergente-neutro, lo cual implica que estos individuos tuvieron preferencia para consumir la primera independientemente del sexo y de la temperatura de incubación.

### **Efecto del sexo y el tipo de alimento en el consumo y la digestibilidad**

Hubo una interacción ( $p < 0.05$ ) en el consumo de la materia seca digestible, fibra detergente neutro y fibra detergente neutro digestible en los machos con conejina, reflejándose en la mayor digestión de estos componentes en la conejina. Esta diferencia no podría atribuirse biológicamente a alguna característica del tracto digestivo propia para cada sexo.

## CONCLUSIONES

La crianza en cautiverio de la iguana negra requiere los conocimientos necesarios acerca de los cuidados principales, como la temperatura de incubación, el tipo de sustrato de incubación, el porcentaje de humedad, la temperatura ambiental, la alimentación, los periodos de exposición a los rayos solares y el espacio.

En cuanto a la alimentación es importante administrar una dieta que contenga un balance adecuado de proteínas y fibra, ya que así se puede asegurar la formación de nuevos tejidos que son indispensables para el crecimiento y que en la edad adulta puedan sustituir los que se van destruyendo o mantener la integridad de un metabolismo normal. Si no se proporciona en la alimentación el mínimo necesario de proteínas, el animal perderá peso, situación totalmente indeseable tanto en condiciones de cautiverio como en vida libre.

Es necesario conocer también las características físicas del tracto gastrointestinal de la iguana negra para aproximar la dieta lo mejor posible a esos rasgos sin que se presenten problemas de obstrucción intestinal o poca ingesta, que pueden repercutir en problemas de digestión y/o falta de crecimiento de los ejemplares.

En el experimento se escogieron dos alimentos de bajo costo y alta disponibilidad en el mercado de animales de granja. La pollina presentó mayor contenido de proteína, pero menor contenido de materia seca y cenizas insolubles en ácido, la conejina mostró ser un alimento más adecuado para las iguanas, ya que sus nutrientes tienen mejor disponibilidad para el tracto digestivo de la iguana negra.

El consumo resultó ser mayor en las iguanas alimentadas con conejina que en las de pollina y tuvieron mayor digestibilidad. Esta diferencia se puede atribuir a las características físicoquímicas del alimento, por ejemplo, que está diseñado para un herbívoro no rumiante, lo cual lo hace más adecuado para el tracto gastrointestinal de la iguana. Sin embargo, se desconocen los

mecanismos de regulación del consumo en la iguana, por lo tanto, es necesario realizar más estudios básicos de la fisiología digestiva de la especie.

La temperatura de incubación en los reptiles juega un papel muy importante porque puede influir en los rasgos fenotípicos de los embriones, por ejemplo, en el color de las crías, en el desempeño locomotor, en la presencia o ausencia de malformaciones; en los rasgos genotípicos, verbigracia, en la manifestación de cualquiera de los dos sexos, dependiendo de la especie y el régimen térmico al que hayan estado sujetos.

La temperatura de incubación más favorecedora para las tres variables de crecimiento fue la de 29 °C; la de 32 °C resultó favorecedora sólo al principio, pero después se fue perdiendo su efecto. Aparentemente, en la iguana negra, *Ctenosaura pectinata*, una temperatura de incubación que esté por encima de los 30 °C puede reducir su periodo incubatorio. Sin embargo, los neonatos, comparados con otros incubados en una temperatura menor a ésta y mayor a 28 °C, al crecer no tienen tanta ganancia de peso ni tamaño, aunque al inicio sean los más grandes y pesados.

El consumo también está influido por la temperatura de incubación, ya que las iguanas incubadas a 29 °C presentaron un consumo considerablemente mayor que el otro grupo de tratamiento de temperatura.

El consumo no está influido por el sexo en *C. pectinata*, al menos durante sus primeros 18 meses de vida. De igual manera, la digestibilidad no presentó diferencias entre machos y hembras presuntamente porque las características del tracto digestivo no están diferenciadas por el sexo de los individuos, pero es probable que al aparecer las primeras manifestaciones del dimorfismo sexual, el consumo aumente en los machos porque sería mayor la cantidad de ingesta requerida para poder satisfacer las necesidades nutricionales del organismo, pero esto requiere ser investigado de manera más exhaustiva.

Los resultados del experimento muestran que es factible alimentar a la iguana negra en cautiverio con conejina o pollina (pollo de engorda), lo cual permite una alternativa de manejo nutricional simple de la especie en programas de conservación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abrams, J. T. 1968. Avances en Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza. 303.
2. Andrews, R. M. 1976. Effects of low temperature on embryonic development of *Sceloporus* lizards. *Copeia*. (4). 827-833 pp.
3. Andrews, R. M. 1983. Patterns of growth in Reptiles. En: *Biology of the Reptilia*. Vol. 13. C. Gans y F. H. Pough (eds.) Academic Press, London.
4. Andrews, R. M. 2000. Effect of incubation temperature on morphology, growth and survival of juvenile *Sceloporus undulatus*. *Herpetological Monographs*. 14: 420-431.
5. Arcos, G. J. L. 2001. Evaluación de dietas, crecimiento y sexado de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) criadas en cautiverio. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco.
6. Arcos, G. J. L., M. A. Cobos, V. H. Reynoso, G. D. Mendoza, M. E. Ortega, y F. Clemente. 2002. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. *Veterinaria México*. 33 (4): 409-419.
7. Arcos, G. J. L., V. H. Reynoso, G. D. Mendoza, F. Clemente, L. A. Tarango y M. M. Crosby. 2005. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Venezuela*. Vol. XV. (4): 338-344.
8. Álvarez del Toro, M. 1982. Los reptiles de Chiapas. Colección libros de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 29-215 pp.
9. Baer, D. J., O. T. Oftedal, W. V. Rumpler y D. E. Ullrey. 1997. Nutrient requirements and interactions. Dietary Fiber Influences Nutrient Utilization, Growth and dry matter intake of green iguanas (*Iguana iguana*). *Journal of Nutrition*. Washington, 127 (8): 1501-1507.
10. Ballinger, R. E. 1980. Food resource limitation of body growth rates in *Sceloporus scalaris* (Sauria: Iguanidae). *Copeia*. 4: 923-925.
11. Bull, J. J. 1980. Sex determination in reptiles. *The quarterly review of biology*. 55 (1): 3-21.
12. Burger, J. 1988. Effects of incubation temperature on sex ratios in pine snakes: differential vulnerability of males and females. *The American Naturalist*. 132 (4): 492-505.
13. Caselli, R. 1971. Piensos Compuestos. Eds. GEA. Barcelona, España. 17-54 pp.
14. Church, D. C. 1992. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. Ed. Limusa. 438 pp.
15. Cobos, P. M. A., C. Gutiérrez-O., D. Hernández-S., S. S. González-M. y G. D. Mendoza-M. 1998. Alimentos y alimentación de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. 1<sup>er</sup> Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio, Dirección General de Vida Silvestre SEMARNAT. Michoacán, México.

16. Cobos, P. M. A., Gutiérrez, O. C., Hernández, S. D., González, M. S. S., Mendoza, G. D. 2004. Aislamiento y caracterización de dos bacterias cecales con potencial de uso en la alimentación del conejo. *Veterinaria México*. 35 (2): 109- 120.
17. Crampton, E. 1974. Nutrición animal aplicada: El uso de los alimentos en la formulación de raciones para ganado. Ed. Acribia. España. 2-27, 28-179 pp.
18. Daniels, W. W. 2004. Bioestadística. Ed. Limusa. México. 755 pp.
19. Delgadillo de Montes, A. M. 1998. Reproducción y crianza de la iguana verde (*Iguana iguana*) en cautiverio. I Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio, Dirección General de Vida Silvestre SEMARNAT. Michoacán, México.
20. Donogue, S., Vidal, J. y D. Kronfeld. 1998. Growth and morphometrics of green iguanas (*Iguana iguana*) fed four levels of dietary protein. *The Journal of Nutrition*. 128: 2587S-2589S.
21. Dunham, A. E. 1978. Food availability as a proximate factor influencing individual growth rates in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Ecology*. 59 (4): 770-778.
22. Durtsche, R. 2004. Ontogenetic variation in digestion by the herbivorous lizard *Ctenosaura pectinata*. *Physiological and Biochemical Zoology*. University Chicago Press. Oklahoma. 77: 459-470 pp.
23. Elphick, M. J. y R. Shine. 1997. Longterm effects of incubation temperatures on the morphology and locomotor performance of hatchling lizards (*Bassiana duperreyi*, Scincidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 63: 429-447.
24. Elphick, M. J. y R. Shine. 1999. Sex differences in optimal incubation temperatures in a scincid lizards species. *Oecologia*. 118: 431-437.
25. Elphick, M. J. y R. Shine. 2001. The effect of short-term weather fluctuations on temperatures inside lizard nests, and on the phenotypic traits of hatchling lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*. 72: 555-565.
26. Fanjul, M. L. 1998. *Biología Funcional de los Animales*. Siglo Veintiuno Editores. México. 581 pp.
27. Flores, J. A. 1977. Bromatología animal. Ed. Limusa. México. 683 pp.
28. Garza, F. J. M. 1998. Dietas en crías de *Iguana iguana* en cautiverio. I Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio, Dirección General de Vida Silvestre SEMARNAT. Michoacán, México.
29. Garza, F. J. M. 2003. Preferencias de alimento en adultos y crías de iguana verde. VI Taller Nacional Sobre Iguanas. Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana. Dirección General de Vida Silvestre SEMARNAT, Veracruz, México.
30. González, M. G. 2002. Desarrollo de métodos no letales de sexado en crías de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
31. González, M. G. 2005. Áreas de distribución predictiva de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y análisis de la influencia de la temperatura como factor limitante de su distribución. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, UNAM.

32. Gutiérrez, M. A. 1986. *Efecto del implante con zeranol y suplementación energética y proteínica sobre el crecimiento compensatorio en ovinos*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
33. Iverson, J. B. 1970. Adaptations to herbivory in Iguanine lizards. En: *Biology of the Reptilia*. Vol. II – Morphology. C. Gans y F. H. Pough (eds.) Academic Press, London. 60-83 pp.
34. Iverson, J. B. 1980. Colic modifications in Iguanine lizards. *Journal of morphology*. 163: 79-93.
35. Klemens, M. W. y J. B. Thorbjarnarson. 1994. Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation*. 4: 281-298.
36. Köhler, G. 1999. *La iguana verde, biología, cuidado, cría, enfermedades*. Herpeton Verlag Elke Köhler. Germany.
37. Licht, P. y W. R. Moberly. 1965. Thermal requirements for embryonic development in the tropical lizard *Iguana iguana*. *Copeia*. 4: 515-517.
38. Merck & Co. Inc. 1993. *El manual Merck de Veterinaria*. Ed. Océano. España. 586-588 pp.
39. Mayhew, W. 1963. Food preferences of *Sauromalus*. *Herpetologica*. 19 (1): 10-16.
40. Maynard, L., J. Loosli, H. Hintz y R. Warner. 1979. *Nutrición Animal*. 7a edición. Mc Graw-Hill Interamericana. México. 640 pp.
41. Mc Bee, H. R. y V. H., Mc Bee. 1976. The hindgut fermentation in the green iguana, *Iguana iguana*. En: *Biology of the Reptilia*. Vol 5. Physiology. Gans, C. y T. Parsons (eds). 77-83 pp.
42. Mc Donald, P., R. Edwards y J. F. D. Greenhalgh 1999. *Nutrición Animal*. (Traducción de la 5ª edición original, 1995). Ed. Acribia. Zaragoza. 131-220 pp.
43. Nagy, K. A. 1977. Cellulose Digestion and Nutrient Assimilation in *Sauromalus obesus*, A Plant-Eating Lizard. *Copeia*. (2): 355-362.
44. NOM-059-SEMARNAT-2001. *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Marina y Recursos Naturales. 2001.
45. Oldham, J. C. 1975. *Laboratory anatomy of the iguana*. W. M. C. Brown Company Publishers. Iowa. 99 pp.
46. Phillips, J. A. 1990. Influence of moisture and temperature on eggs and embryos of green iguanas (*Iguana iguana*). *Herpetologica*. 46 (2): 238-245.
47. Pough, F. H. 1973. Lizard Energetics and diet. *Ecology*. 54 (4): 837-844.
48. Rhen, T. 1995. Phenotypic plasticity for growth in the common snapping turtle: effects of incubation temperature, clutch and other interaction. *The American Naturalist*. 146 (5): 726-747.
49. Rojo, R., G. D. Mendoza, S. González, L. Landois, R. Bárcena y M. M. Crosby. 2005. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on

- ruminal starch digestión and lamb perfomance. Anim. Feed Sci. Technol. (124): 655-665.
50. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S. A. México, 432 pp.
  51. Saldaña-Riva, L. y E. Pérez. 1987. Herpetofauna del estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
  52. Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Ed. Trillas. 547 pp.
  53. Spotila, J. R. 1994. Effects of incubation conditions on sex determination, hatching success and growth of hatchling desert tortoises *Gopherus agassizii*. Herpetological Monographs. (8): 103-116.
  54. Stamps, J. y S. Tanaka. 1981. The influence of food and water on growth rates in a tropical lizard (*Anolis aeneus*). Ecology. 62 (1): 33-40.
  55. Statistica Analysis, V. 5.5. StatSoft, Inc. 1999.
  56. Statistical Analysis System Institute (SAS). Institute Inc. Version 6.3 1998.
  57. Suazo, O. I. y J. Alvarado. 1994. Iguana negra: Notas sobre su historia natural. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ecotonia, A. C. 40 pp.
  58. Suazo, O. I. y J. Alvarado. 1994. Las iguanas de México, historia natural y conservación. Laboratorio Tortuga Marina y Biología de la Conservación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 77 pp.
  59. Suazo, O. I. y J. Alvarado. 1996. Iguana verde, manual de conservación y manejo. Laboratorio Tortuga Marina y Biología de la Conservación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 77 pp.
  60. Terán, C. J. 1993. Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México.
  61. Throckmorton, G. 1973. Digestive efficiency in the herbivorous lizard *Ctenosaura pectinata*. Copeia. 3: 431-435.
  62. Troyer, K. 1982. Transfer of fermentative microbes between generations in a herbivorous lizard. Science. (216): 540-543.
  63. Troyer, K. 1984. Diet selection and digestion in *Iguana iguana*: The importance of age and nutrient requirements. Oecologia. (61): 201-207.
  64. Valenzuela, L. G. 1981. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana* (Reptilia: Iguanidae) en la costa de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
  65. Van Damme, R., D. Bauwens, F. Brana y R. F. Verheyen 1992. Incubation temperature differentially affects hatching time, egg survival, and hatchling performance in the lizard *Podarcis muralis*. Herpetologica. 48 (2): 220-228.
  66. Van Keulen, J. y B. A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science. 44 (2): 282-287.

67. Van Soest, P. J. 1982. Nutricional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Nueva York. 837 pp.
68. Vélez H, L. 1997. Importancia de la microbiota cecal en la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) dado sus hábitos alimenticios. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Edo de Méx.
69. Villegas, Z. F. 1999. Técnica para la obtención de huevos de iguana, su uso y variaciones en México. II Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio, Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. Colima, México.
70. Wikelski, B. G. 1993. Ontogenetic changes in food intake and digestion rate of the herbivorous marine iguana (*Amblyrhynchus cristatus*, Bell). *Oecologia*. (94): 373-379.
71. Zurita, C. M. E. 1999. Situación actual de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en el municipio Santos Reyes Nopala, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
72. Zurita, C. M. E., B. Aguilar, A. González, G. D. Mendoza y J. L. Arcos. 2004. Densidad poblacional y composición de la dieta de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en el municipio de Santos Reyes Nopala, Oaxaca. VII Reunión Nacional Sobre Iguanas, Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oax. México.

ANEXO 1.

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	1	2*	3*	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	Pollina	Macho	5.84	8.34 <sup>ab</sup>	9.38 <sup>a</sup>	10.08	11.93	13.90	14.45	15.53	16.45	16.58	17.12	17.30	18.12
		Hembra	5.35	8.26 <sup>bc</sup>	7.92 <sup>ab</sup>	9.49	11.29	13.16	14.69	15.82	17.25	17.95	18.71	18.76	19.40
	Conejina	Macho	5.73	8.82 <sup>a</sup>	9.53 <sup>a</sup>	8.90	10.44	11.65	12.15	13.37	14.70	15.89	16.88	17.46	19.22
		Hembra	5.78	8.46 <sup>ab</sup>	9.46 <sup>a</sup>	8.62	10.40	11.89	12.60	13.57	14.89	16.10	16.86	17.39	18.57
29	Pollina	Macho	5.56	7.01 <sup>cd</sup>	7.63 <sup>ab</sup>	9.07	10.99	12.67	14.24	15.68	17.24	18.28	19.21	19.46	20.30
		Hembra	5.33	7.22 <sup>d</sup>	7.79 <sup>b</sup>	9.28	11.54	13.54	15.33	16.62	18.26	19.63	20.47	20.85	22.32
	Conejina	Macho	5.35	7.25 <sup>cd</sup>	7.86 <sup>b</sup>	8.73	10.13	11.92	13.50	14.88	16.06	17.87	18.62	19.12	20.02
		Hembra	5.54	7.25 <sup>cd</sup>	7.74 <sup>ab</sup>	8.60	10.19	11.79	13.12	14.17	16.07	17.63	19.15	19.50	21.25
<b>Desviación Estándar</b>			0.082	0.77	0.46	0.39	0.36	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.15	0.15
<b>Coefficiente de variación</b>			12.16	9.49	18.51	17.43	18.97	22.18	22.88	22.59	21.66	20.24	20.27	21.06	21.40
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			0.13	<b>0.0001</b>	<b>0.0004</b>	0.33	0.52	0.79	0.42	0.32	0.18	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.59	0.16	0.18	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.12	0.23	0.41	0.78
<b>Sexo</b>			0.45	0.73	0.28	0.58	0.97	0.92	0.62	0.81	0.52	0.4	0.32	0.38	0.31
<b>Temperatura incubación * Alimento</b>			0.61	0.54	0.28	0.46	0.93	0.68	0.61	0.7	0.82	0.97	0.95	0.89	0.67
<b>Temperatura incubación * Sexo</b>			0.51	0.32	0.27	0.5	0.49	0.62	0.99	0.93	0.99	0.88	0.95	0.91	0.49
<b>Sexo * Alimento</b>			0.12	0.46	0.44	0.97	0.95	0.99	0.66	0.57	0.61	0.4	0.49	0.48	0.48
<b>Temp. Incubación * Sexo * Alimento</b>			0.84	0.9	0.24	0.64	0.56	0.43	0.55	0.6	0.9	0.89	0.79	0.88	0.77

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* *a, b, c y d* Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).

ANEXO I. (continuación).

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25*	26*
32	Pollina	Macho	17.67	18.87	19.91	22.35	24.94	26.94	29.27	27.33	31.27	32.47	33.39	32.70 <sup>b</sup>	34.13 <sup>bc</sup>
		Hembra	19.09	19.26	20.98	22.58	24.59	26.46	29.07	31.04	32.01	32.66	33.81	33.36 <sup>b</sup>	34.38 <sup>c</sup>
	Conejina	Macho	18.99	19.52	22.11	24.42	26.48	28.57	31.25	32.82	35.08	36.42	40.72	45.49 <sup>ab</sup>	48.19 <sup>abc</sup>
		Hembra	18.14	18.35	20.34	22.73	24.77	27.10	30.00	33.49	35.88	38.03	42.39	46.74 <sup>ab</sup>	53.53 <sup>ab</sup>
29	Pollina	Macho	20.68	21.78	23.70	25.76	28.22	30.61	34.00	33.92	35.37	36.64	37.84	37.28 <sup>b</sup>	38.08 <sup>bc</sup>
		Hembra	21.52	21.66	23.32	25.65	27.63	30.75	33.95	37.61	39.29	40.15	41.79	41.73 <sup>ab</sup>	42.12 <sup>abc</sup>
	Conejina	Macho	20.38	21.28	23.31	26.46	29.82	31.63	34.57	37.82	39.37	41.56	47.01	50.12 <sup>ab</sup>	55.79 <sup>ab</sup>
		Hembra	21.42	22.98	25.40	28.02	31.20	32.29	34.65	38.78	40.91	41.93	46.97	53.57 <sup>a</sup>	60.70 <sup>a</sup>
<b>Desviación Estándar</b>			0.15	0.14	0.14	0.14	0.19	0.13	0.11	0.13	0.12	0.13	0.18	0.27	0.34
<b>Coefficiente de variación</b>			22.09	23.87	24.62	24.92	25.32	27.50	29.45	31.02	29.61	29.07	30.70	31.25	32.12
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			0.13	<b>0.01</b>	<b>0.016</b>	<b>0.016</b>	<b>0.012</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.017</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.99	0.89	0.51	0.34	0.27	0.51	0.62	0.17	0.17	0.1	<b>0.0083</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>
<b>Sexo</b>			0.54	0.86	0.84	0.99	0.84	0.87	0.86	0.34	0.47	0.56	0.59	0.41	0.27
<b>Temperatura incubación x Alimento</b>			0.84	0.8	0.98	0.88	0.58	0.97	0.85	0.76	0.83	0.79	0.89	0.90	0.82
<b>Temperatura incubación x Sexo</b>			0.74	0.59	0.62	0.59	0.65	0.7	0.86	0.98	0.68	0.83	0.87	0.62	0.79
<b>Sexo x Alimento</b>			0.6	0.96	0.94	0.96	0.92	0.95	0.91	0.55	0.81	0.86	0.81	0.97	0.66
<b>Temp. Incubación x Sexo x Alimento</b>			0.53	0.44	0.28	0.52	0.59	0.83	0.89	0.97	0.8	0.64	0.64	0.89	0.75

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* a, b, c y d Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).

ANEXO II. Efecto de los tratamientos en los cambios de la longitud hocico-cloaca por quincena.

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	Pollina	Macho	61.64	65.23 <sup>ab</sup>	67.65 <sup>ab</sup>	70.24	73.87	76.49	77.89	79.35	80.87	83.02	83.38	83.76	85.03
		Hembra	60.26	65.41 <sup>bc</sup>	67.70 <sup>ab</sup>	70.17	73.16	76.55	79.05	80.72	82.26	83.61	85.18	86.27	87.62
	Conejina	Macho	60.71	66.16 <sup>ab</sup>	68.26 <sup>ab</sup>	69.46	71.44	73.39	75.38	77.03	78.24	80.90	82.36	83.63	85.77
		Hembra	62.94	65.09 <sup>a</sup>	67.09 <sup>a</sup>	67.69	70.63	72.59	74.69	76.19	77.53	80.71	81.69	83.23	86.32
29	Pollina	Macho	60.58	63.53 <sup>c</sup>	66.25 <sup>b</sup>	69.26	74.13	76.52	79.41	81.22	83.28	85.71	87.07	88.14	90.19
		Hembra	60.54	64.57 <sup>bc</sup>	66.49 <sup>b</sup>	69.63	73.49	77.63	80.42	82.23	84.54	87.51	88.95	90.64	91.98
	Conejina	Macho	60.14	64.29 <sup>c</sup>	66.30 <sup>b</sup>	68.16	71.05	74.58	76.79	78.21	79.97	83.40	85.19	86.74	88.25
		Hembra	60.55	64.02 <sup>c</sup>	66.54 <sup>b</sup>	68.01	71.01	72.63	76.30	78.45	80.40	83.71	85.66	87.57	89.28
<b>Desviación Estándar</b>			0.097	0.82	0.72	0.59	0.49	0.53	0.49	0.44	0.44	0.30	0.36	0.38	0.36
<b>Coefficiente de variación</b>			4.59	2.47	3.58	4.54	5.46	5.89	5.87	6.52	6.43	7.13	6.79	6.62	6.45
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			0.14	<b>0.0003</b>	<b>0.02</b>	0.38	0.87	0.56	0.15	0.15	<b>0.05</b>	<b>0.03</b>	<b>0.008</b>	<b>0.002</b>	<b>0.005</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.59	0.57	0.96	<b>0.04</b>	<b>0.004</b>	<b>0.0007</b>	<b>0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>0.002</b>	<b>0.04</b>	0.06	0.14	0.31
<b>Sexo</b>			0.63	0.94	0.76	0.56	0.54	0.69	0.81	0.7	0.61	0.64	0.5	0.29	0.25
<b>Temperatura incubación x Alimento</b>			0.38	0.78	0.97	0.85	0.87	0.98	0.97	0.99	0.98	0.84	0.89	0.79	0.43
<b>Temperatura incubación x Sexo</b>			0.85	0.25	0.46	0.46	0.81	0.98	0.99	0.88	0.83	0.75	0.81	0.81	0.95
<b>Sexo x Alimento</b>			0.11	0.08	0.58	0.44	0.89	0.33	0.42	0.53	0.54	0.68	0.46	0.38	0.59
<b>Temp. Incubación x Sexo x Alimento</b>			0.21	0.96	0.58	0.67	0.85	0.58	0.93	0.76	0.79	0.89	0.84	0.81	0.8

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* *a, b, c y d* Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).

ANEXO II (continuación).

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
32	Pollina	Macho	87.01	88.78	91.04	92.87	95.51	97.92	99.76	102.65	105.16	106.02	107.00	107.85 <sup>b</sup>	108.99 <sup>b</sup>
		Hembra	88.92	91.00	93.23	94.88	97.58	99.39	101.89	104.72	106.57	107.58	108.88	109.98 <sup>b</sup>	110.68 <sup>b</sup>
	Conejina	Macho	88.75	90.47	93.12	95.72	99.55	102.03	104.04	107.45	109.78	110.58	112.69	114.81 <sup>ab</sup>	116.83 <sup>ab</sup>
		Hembra	87.87	88.99	92.07	93.88	96.77	99.01	102.52	105.85	108.30	110.07	113.95	116.12 <sup>ab</sup>	118.57 <sup>ab</sup>
29	Pollina	Macho	92.54	93.56	96.15	99.20	102.00	104.71	107.15	109.99	112.88	113.61	114.54	115.09 <sup>ab</sup>	116.17 <sup>ab</sup>
		Hembra	94.23	95.48	97.52	100.05	102.64	105.50	107.67	111.39	114.24	115.09	116.33	117.06 <sup>ab</sup>	118.27 <sup>ab</sup>
	Conejina	Macho	90.48	92.42	95.32	99.04	101.88	105.12	108.03	111.62	114.71	116.62	120.16	122.12 <sup>ab</sup>	130.09 <sup>a</sup>
		Hembra	92.03	94.42	97.42	101.21	104.44	106.07	110.67	113.82	115.54	117.93	120.83	123.29 <sup>a</sup>	127.04 <sup>ab</sup>
<b>Desviación Estándar</b>			0.15	0.35	0.33	0.30	0.33	0.31	0.32	0.30	0.28	0.26	0.28	0.32	0.34
<b>Coefficiente de variación</b>			22.09	6.72	6.83	6.82	6.82	7.14	7.18	7.58	8.19	8.26	8.22	8.29	8.28
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			<b>0.0033</b>	<b>0.0047</b>	<b>0.0050</b>	<b>0.0004</b>	<b>0.0014</b>	<b>0.0010</b>	<b>0.0008</b>	<b>0.0018</b>	<b>0.0014</b>	<b>0.0009</b>	<b>0.0007</b>	<b>0.0015</b>	<b>0.0016</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.59	0.51	0.99	0.63	0.44	0.47	0.22	0.21	0.25	0.12	0.02	<b>0.003</b>	<b>0.0008</b>
<b>Sexo</b>			0.43	0.41	0.43	0.59	0.69	0.98	0.59	0.61	0.79	0.64	0.59	0.44	0.82
<b>Temperatura incubación x Alimento</b>			0.36	0.74	0.75	0.89	0.81	0.68	0.89	0.81	0.69	0.89	0.97	0.98	0.53
<b>Temperatura incubación x Sexo</b>			0.68	0.57	0.69	0.63	0.54	0.62	0.72	0.69	0.78	0.83	0.97	0.97	0.69
<b>Sexo x Alimento</b>			0.59	0.53	0.67	0.67	0.65	0.52	0.83	0.72	0.68	0.79	0.75	0.85	0.65
<b>Temp. Incubación x Sexo x Alimento</b>			0.63	0.51	0.49	0.39	0.29	0.49	0.42	0.58	0.78	0.82	0.96	0.99	0.64

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* *a, b, c y d* Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).

ANEXO III. Efecto de los tratamientos en los cambios de la longitud de la cola por quincena.

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	Pollina	Macho	5.84	8.34 <sup>ab</sup>	9.38 <sup>a</sup>	10.08	11.93	13.90	14.45	15.60	16.68	16.63	17.13	17.19	17.88
		Hembra	5.35	8.26 <sup>bc</sup>	7.92 <sup>ab</sup>	9.49	11.29	13.16	14.69	15.82	17.26	17.95	18.71	18.75	19.39
	Conejina	Macho	5.73	8.82 <sup>a</sup>	9.53 <sup>a</sup>	8.90	10.44	11.65	12.14	13.37	14.69	15.89	16.88	17.46	19.23
		Hembra	5.78	8.46 <sup>ab</sup>	9.46 <sup>a</sup>	8.62	10.40	11.89	12.60	13.56	14.88	16.09	16.85	17.40	18.58
29	Pollina	Macho	5.56	7.01 <sup>d</sup>	7.63 <sup>ab</sup>	9.07	10.99	12.67	14.24	15.68	17.24	18.28	19.21	19.46	20.30
		Hembra	5.33	7.22 <sup>cd</sup>	7.79 <sup>b</sup>	9.28	11.54	13.54	15.33	16.63	18.28	19.63	20.47	20.84	22.31
	Conejina	Macho	5.35	7.25 <sup>cd</sup>	7.86 <sup>b</sup>	8.73	10.13	11.92	13.50	14.88	16.07	17.87	18.62	19.12	20.01
		Hembra	5.54	7.25 <sup>cd</sup>	7.74 <sup>ab</sup>	8.59	10.19	11.79	13.12	14.17	16.07	17.63	19.15	19.50	21.25
<b>Desviación Estándar</b>			0.08	0.7711	0.4641	0.3908	0.3579	0.2699	0.2439	0.2271	0.2202	0.2001	0.1790	0.1483	0.1482
<b>Coefficiente de variación</b>			12.16	9.4858	18.509	17.429	18.973	22.178	22.889	22.589	21.613	20.222	20.269	21.115	21.488
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			0.24	<b>0.0001</b>	<b>0.0004</b>	0.33	0.52	0.79	0.42	0.33	0.21	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.47	0.17	0.18	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	0.12	0.22	0.42	0.79
<b>Sexo</b>			0.35	0.83	0.32	0.62	0.96	0.89	0.58	0.76	0.52	0.36	0.27	0.31	0.24
<b>Temperatura incubación x Alimento</b>			0.57	0.53	0.29	0.47	0.93	0.68	0.6	0.68	0.76	0.95	0.97	0.85	0.59
<b>Temperatura incubación x Sexo</b>			0.5	0.26	0.24	0.46	0.49	0.59	0.95	0.97	0.87	0.97	0.86	0.86	0.47
<b>Sexo x Alimento</b>			0.21	0.54	0.39	0.97	0.96	0.97	0.71	0.65	0.71	0.45	0.55	0.52	0.51
<b>Temp. Incubación x Sexo x Alimento</b>			0.34	0.79	0.27	0.69	0.55	0.45	0.59	0.66	0.9	0.95	0.72	0.78	0.64

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* *a, b, c y d* Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).

ANEXO III (continuación).

Factor			Número de quincena												
Temperatura de incubación (°C)	Tipo de alimento	Sexo	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
32	Pollina	Macho	17.67	18.87	19.91	22.35	24.94	26.94	29.27	27.33	31.27	32.47	33.39	32.69 <sup>b</sup>	34.13 <sup>c</sup>
		Hembra	19.09	19.26	20.98	22.58	24.59	26.46	29.07	31.04	32.01	32.66	33.81	33.36 <sup>b</sup>	34.38 <sup>c</sup>
	Conejina	Macho	18.99	19.52	22.11	24.42	26.48	28.57	31.25	32.82	35.08	36.42	40.72	45.46 <sup>ab</sup>	48.20 <sup>abc</sup>
		Hembra	18.14	18.35	20.34	22.73	24.77	27.09	30.00	33.49	35.88	38.03	42.39	46.74 <sup>ab</sup>	53.53 <sup>ab</sup>
29	Pollina	Macho	20.68	21.78	23.70	25.76	28.22	30.61	34.00	33.92	35.37	36.64	37.84	37.28 <sup>b</sup>	38.08 <sup>bc</sup>
		Hembra	21.52	21.66	23.32	25.65	27.63	30.75	33.95	37.61	39.29	40.15	41.79	41.73 <sup>ab</sup>	42.12 <sup>abc</sup>
	Conejina	Macho	20.38	21.28	23.31	26.46	29.82	31.63	34.57	37.82	39.37	41.56	47.01	50.12 <sup>ab</sup>	55.79 <sup>ab</sup>
		Hembra	21.42	22.98	25.40	28.02	31.19	32.29	34.65	38.78	40.91	41.93	46.97	53.57 <sup>a</sup>	60.70 <sup>a</sup>
<b>Desviación Estándar</b>			0.1513	0.1469	0.1375	0.1492	0.1857	0.1303	0.1136	0.1399	0.1262	0.1343	0.179	0.2694	0.3431
<b>Coefficiente de variación</b>			22.086	23.869	24.616	24.919	25.318	27.503	29.477	31.022	29.608	29.071	30.70	31.252	32.120
<b>Valores de p</b>															
<b>Temperatura de incubación</b>			<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
<b>Tipo de alimento</b>			0.99	0.89	0.51	0.34	0.27	0.51	0.62	0.17	0.17	0.10	<b>0.008</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>
<b>Sexo</b>			0.54	0.86	0.84	0.99	0.84	0.87	0.87	0.34	0.47	0.56	0.59	0.41	0.27
<b>Temperatura incubación * Alimento</b>			0.84	0.8	0.98	0.88	0.58	0.97	0.85	0.76	0.83	0.79	0.89	0.9	0.82
<b>Temperatura incubación * Sexo</b>			0.74	0.59	0.63	0.59	0.65	0.7	0.86	0.98	0.68	0.83	0.87	0.62	0.79
<b>Sexo * Alimento</b>			0.6	0.96	0.94	0.96	0.92	0.95	0.91	0.55	0.81	0.86	0.81	0.97	0.66
<b>Temp. Incubación * Sexo * Alimento</b>			0.53	0.44	0.28	0.52	0.59	0.83	0.89	0.97	0.8	0.64	0.64	0.89	0.75

<sup>1</sup> Todas las medias ajustadas con peso inicial como covariable (p<0.0001).

\* a, b, c y d Diferente literal indica diferencia estadística (p<0.05).