

FORMULACION DE ALIMENTOS PARA LAGARTOS: ANTECEDENTES Y ESTUDIOS INICIALES¹³

Por

Mark A. Staton
Mainland Holdings Crocodile Farm
P.O. Box 196
Lae, Papua New Guinea

I. Lehr Brisbin, Jr.
Savannah River Ecology Laboratory
P.O. Drawer E
Aiken, South Carolina 29801, EE.UU.

Gene M. Pezti
Department of Poultry Science
University of Georgia
Athens, Georgia 30602, EE.UU.

INTRODUCCION

La alimentación de los lagartos (*Alligator mississippiensis*) con una comida granulada y nutricionalmente balanceada, preparada con ingredientes alimenticios convencionales y con la tecnología de comida molida, ofrece muchas ventajas a la industria de granjas de lagartos. Tal producto podría ser preparado en numerosos lugares en cualquier época del año, mejorando de esta manera la práctica actual de depender enteramente de alimentos disponibles localmente y de acuerdo a la estación del año, tales como restos de animales, pescado y carne sobrante. Asimismo, se podría evitar los costos y los problemas de operación asociados con el almacenamiento de esos alimentos en congeladores. La mezcla de vitaminas, elementos esenciales y otros alimentos adicionales se podría efectuar enteramente y con mayor precisión a través del uso de la tecnología moderna de alimentos molidos actualmente en práctica. Mucho más importante es el hecho de que el contenido nutritivo de la comida y la nutrición de los lagartos, pueden ser controlados con más efectividad.

El cuidado nutricional de cualquier animal requiere un conocimiento preciso de los nutrientes que se necesitan y de la aptitud de las especies en cuestión. Desafortunadamente, la información sobre los requerimientos nutricionales de los lagartos es limitada y la habilidad de estos para utilizar los nutrientes de los componentes alimenticios disponibles, ha recibido poca atención. Estudios piloto han indicado que los lagartos pueden crecer en base a raciones compuestas de ingredientes alimenticios disponibles (T. Joann, L. McNease, M. Staton, sin publicar). Sin embargo, el crecimiento de los animales bajo dicha dieta fue más lento y la conversión de alimentos más pobre que la de los lagartos alimentados con una dieta de coipo (*Myocastor coypu*), la cual consuruye una fuente de alimentación convencional para las granjas de lagartos de los Estados Unidos. Ya se están iniciando estudios adicionales, orientados a hacer realidad la formulación de alimentos para la industria de lagartos. Los objetivos de estos estudios son: 1) formular una ración práctica a bajo precio para la alimentación de los lagartos en programas de granjas, 2) determinar la forma más práctica y efectiva para usar tal ración, y 3) desarrollar un programa alimentario haciendo un uso óptimo de la ración.

¹³ Originalmente publicado en inglés en 1986, pp. 34-104. En: Crocodiles: Proceedings of the 5th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the Species Survival Commission of the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza. iv + 204 p. Corregido por los autores y traducido y publicado en español con su permiso.

Para lograr esas metas se debe tomar en cuenta varias consideraciones básicas, las que se discuten a continuación.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS LAGARTOS

Los nutrientes básicos en la dieta de cualquier especie son: proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, y minerales. Esos nutrientes deben proveer la energía y la materia prima requerida por el organismo para mantenimiento, crecimiento y reproducción. La energía es principalmente derivada de carbohidratos, proteínas y lípidos; mientras que la clase de nutrientes que contribuyen a las necesidades estructurales del organismo son proteínas, minerales y lípidos. Es importante observar, que la composición de esa clase de nutrientes (por ejemplo aminoácidos en las proteínas, ácidos grasos en lípidos, vitaminas específicas y minerales, etc.), puede ser tan importante como lo es la cantidad de cada clase de nutriente en la ración total. Además, la proporción entre las clases de nutrientes es una buena consideración. Por ejemplo, se conoce que la relación proteína:energía y la relación calcio:fósforo, son esenciales en las características nutricionales de las dietas de las especies que han sido lo suficientemente estudiadas. Se debe identificar y establecer los nutrientes básicos, y la cantidad mínima, óptima y máxima de cada nutriente requerido. Las posibles interacciones entre nutrientes deben ser también consideradas.

Es posible que algunos de los requerimientos nutricionales y las interacciones entre los nutrientes puedan ser anticipadas con exactitud en los lagartos, basados en la información existente sobre otras especies. Los peces carnívoros son de especial interés debido a sus hábitos alimentarios similares a la de los lagartos y a su naturaleza poiquilotérmica.

Finalmente es de esperarse, que al igual que en otras especies, los requerimientos nutricionales de los lagartos cambiará con la edad y con la estación del año. Por ejemplo, usando los datos de Coulson y Hernández (1983), se puede estimar que el peso específico de la tasa metabólica de los lagartos decrece aproximadamente diez veces desde el tiempo de la eclosión hasta que alcanzan la edad de ser cosechados (sacrificados). Esos mismos autores demostraron que el nivel de glucosa de los lagartos cambia con la estación del año, aun cuando los animales fueron mantenidos a temperatura constante. Tales variaciones en la glucosa de la sangre, puede afectar el apetito y el consumo de comida, y puede que sea necesaria la variación del contenido de nutrientes de la comida durante periodos diferentes en el modelo de consumo.

La siguiente discusión describe los mayores componentes dietéticos en relación a lo que se sabe acerca de los requerimientos nutricionales de los lagartos:

1. Carbohidratos. Coulson y Hernández (1983) señalan correctamente que los lagartos, al igual que otros Crocodylia vivientes, son carnívoros y que la ingestión de carbohidratos de origen vegetal es mínima en su ambiente natural. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando ellos consumen presas a las que se han adherido algunas plantas, o en las cuales todavía retienen restos de plantas no digeridas en la región gastrointestinal. Coulson y Hernández (1983) también señalan que en unos caimanes (*Caiman crocodilus crocodilus*) alimentados experimentalmente con una cantidad de carbohidratos, solamente la glucosa fue absorbida y que los otros monosacáridos, disacáridos y polisacáridos no fueron asimilados. Además, como se discutirá más tarde, Coulson y Hernández (1983) mencionaron que los lagartos no fueron capaces de utilizar proteína de origen vegetal. Esas conclusiones parecen ser lógicas debido al hábito carnívoro de los Crocodylia.

La aparente inhabilidad de los Crocodylia en utilizar carbohidratos y proteínas de origen vegetal ha conducido a que ellos rechacen en general, el uso de granos y otros tipos de comidas de origen vegetal en intentos efectuados durante la formulación de alimentos para lagartos. Obviamente, no sería conveniente incluir ingredientes en una dieta que no van a ser utilizados. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, sería altamente deseable incluir algunos carbohidratos en las raciones de los Crocodylia. Se ha considerado que los carbohidratos son la fuente de energía más barata en raciones para ganado, y que los carbohidratos poseen propiedades ligativas que los hacen altamente deseables en la manufacturación de varias formas de raciones granuladas, tales como las comidas semi-húmedas para mascotas (Drochner y Muller-Schlosser 1980). Esto es de gran importancia para los lagartos, en vista de que la estructura de sus mandíbulas los incapacita a usar eficientemente las dietas de una

manera determinada. Además, cuando se alimenta a los lagartos, es posible que algunas de las comidas sean arrastradas hacia el agua o quizás los animales sean alimentados en el agua como una rutina práctica. La presencia de un buen ligador podría prevenir que la comida se disuelva, favoreciendo de esta manera su utilidad. En este caso, sería más conveniente usar un ligador que pudiera servir como fuente nutritiva.

Es notable que otras especies carnívoras, como el salmón y los gatos, son capaces de utilizar dietas que contienen carbohidratos de origen vegetal en comidas formuladas (NRC 1978; Spannhoff y Plantukow 1983). Por ejemplo, aunque no hay una dieta conocida con los requerimientos de carbohidratos para gatos domésticos, el 40% o más de las comidas comerciales para gatos son bien utilizadas (NRC 1978); pero hay que recordar que la utilización de carbohidratos no puede ser tan eficiente en carnívoros como en los omnívoros. Sin embargo, ello es suficiente para permitir la inclusión de carbohidratos en cantidades que contribuyen significativamente al contenido de energía y a las características ligativas de tales alimentos.

Se sabe que la utilización de carbohidratos en especies normalmente carnívoras es aumentada por "tratamientos al calor", un proceso común en la manufacturación de alimentos. Tal tratamiento al calor puede también aumentar el valor de los nutrientes de los ingredientes que contienen carbohidratos en los alimentos formulados para lagartos. También se sabe que el aumentar la complejidad de la dieta de carbohidratos, tiene un efecto negativo en su disponibilidad para las especies carnívoras (Spannhoff y Plantukow 1983). Por lo tanto, si se incluyen carbohidratos en los alimentos de los lagartos, se necesita tomar un cuidado especial al efectuar tal inclusión.

2. Proteínas. Indudablemente, los lagartos como especie carnívora, tienen la habilidad de metabolizar grandes cantidades de alimentos con proteínas de origen animal. Además de los requerimientos básicos de una dieta de proteína para mantenimiento, crecimiento, y para reproducción (en adultos), la proteína es excretada o dividida para formar la estructuras de carbón, y es convertida en glucosa/glicógeno o en lípido para almacenamiento. La dieta proteínica en exceso a la cantidad necesaria para los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y reproducción, se convierte en material de desecho. Esto es de particular interés, en vista de que la proteína es el componente más caro en las raciones formuladas. No sea que, las calorías brindadas por las proteínas son más caras que las de los carbohidratos y grasas. Entonces, es esencial en términos monetarios, que en la formulación de alimentos para lagartos se determine lo más que se pueda la cantidad y la composición de aminoácidos de las proteínas dietéticas, así como también la glucosa de las dietas de grasas y carbohidratos para satisfacer los requerimientos de energía.

Una de las principales preguntas a ser contestada en cuanto a la nutrición proteica de los lagartos, es el valor alimenticio de las proteínas de origen vegetal. Sin embargo, se ha informado que los lagartos son incapaces de ingerir y digerir proteínas de origen vegetal (Coulson y Hernández 1983). En cuanto a los carbohidratos esto parece plausible debido a los hábitos carnívoros de los lagartos. Sin embargo, otras especies carnívoras como gatos, perros y el salmón son capaces de utilizar proteínas de origen vegetal. En vista de que las fuentes de proteínas de origen vegetal son más baratas que los sub-productos de origen animal, y también porque hay mucho más alimentos con ingredientes de origen vegetal, y porque las proteínas basadas en vegetales pueden contener aminoácidos en abundancia que no existen en fuentes de proteínas de origen animal, sería altamente deseable agregar materiales de origen vegetal en la lista de ingredientes disponibles en la formulación de alimentos para lagartos. Este tema merece más investigación.

3. Lípidos. Coulson y Hernández (1983) señalan que la grasa dietética es fácilmente digerida por los lagartos. Es probable que los lagartos tengan un requerimiento básico de lípidos dietéticos por lo menos como una fuente de glicerol y ácidos grasos esenciales. En efecto, los lagartos crecen bien con raciones bajas en grasa, y aquellos que crecen con una dieta alta en grasa desarrollan "hígado ceceo" (Coulson, comun. pers.). También, desde el punto de vista del manejo, es importante mantener las grasas de la dieta a bajo nivel, en vista de que la grasa derivada de la comida arrastrada hacia el agua, hace mucho más difícil la limpieza y saneamiento de los estanques en donde los lagartos están creciendo (T. Joanen, comun. pers.).

Desde el punto de vista del costo y con la restricción arriba mencionada, sería deseable incluir cuanto más grasa como fuera posible, tomando la precaución de que ésta sea eficientemente usada por el animal y que no presente problema en la manufacturación de la comida. En otras palabras se debería usar una fuente de energía más barata, como la grasa, para aborrar el uso de proteína que es más cara. Es interesante observar que otras especies carnívoras, como el gato doméstico, utilizan más del 60% de grasa dietética bajo condiciones experimentales (NRC 1978). Tales niveles no pueden ser considerados en dietas prácticas por muchas razones; pero se sabe que el metabolismo de por lo menos algunas especies carnívoras están bien adaptadas a altos niveles de grasa dietética.

Quizás aún más importante que la cantidad de grasa, es la composición de la grasa en la comida de los animales, particularmente de las especies carnívoras. Los carnívoros frecuentemente reciben niveles adecuados de ácidos grasos esenciales en su dieta natural, y algunas especies pierden la habilidad de sintetizar los metabolitos esenciales (en relación a dieta para gatos, ver Rivers *et al.* 1975; Rivers y Frankel 1980). La deficiencia en ácidos grasos esenciales es más factible que ocurra en animales mantenidos en cautividad por un largo período de tiempo. En vista de que los lagartos son criados en granjas por más de tres años, se debe tomar muy en cuenta su nutrición con ácidos grasos esenciales. Muy importante es el hecho de que Garnett (1985) sugirió recientemente que los *Crocodylus porosus* requieren de una fuente dietética de cadenas largas de ácidos grasos poli-insaturados $\omega 3$. Garnett (1985) también informó que los cocodrilos alimentados durante períodos de tiempos prolongados con carne de cerdo, desarrollan un tipo de dermatitis de causa desconocida, lo cual podría ser el resultado de una deficiencia en ácidos grasos esenciales. Entonces, el agregar algunas cadenas largas poli-insaturadas de ácidos grasos $\omega 3$ y/o $\omega 6$ a la ración de los lagartos, podría ser vital a ciertos niveles. Es interesante observar que Halver (1976) considera que en la formulación de dietas para especies cultivadas de peces de agua tibia y de agua helada, la composición de la dieta dietética debe estar en segundo lugar en términos de importancia, después de la composición de los aminoácidos.

4. Vitaminas. Las vitaminas necesarias para los lagartos han sido objeto de interés y de investigación. Lance (1982) y Lance *et al.* (1983) han disculpado la importancia de vitamina E en la actividad reproductiva de los lagartos. Coulson y Hernández (1983) señalan que una fuente dietética de vitamina D o la exposición de los animales a los rayos solares por varias horas del día, es necesaria para permitir una formación normal de los huesos. Una vitamina pre-mezclada actualmente disponible para los granjeros de lagartos (McNease y Joanen 1981) ha sido usada exitosamente por algunos años. La dosis recomendada de esta pre-mezcla es 0.5 a 1% del peso del animal, cuando ésta se agrega a las raciones de carne como coipo, pollo o pescado. Es importante señalar que tales raciones de carne consisten de 50 a 75% de agua, en tal caso, la pre-mezcla es prácticamente administrada a niveles de 1 a 4% en base a materia seca. Esto representa una cantidad excesiva de su utilización improductiva desde el punto de vista monetario. También, otras preguntas surgen concernientes a las diferencias entre el uso de esta pre-mezcla en una ración seca en vez de carne. Por ejemplo, ¿Cual es la diferencia entre las vitaminas endógenas contenidas en las carnes usadas como alimentos y las raciones compuestas de ingredientes prácticos? ¿Qué contribución hace la microflora estomacal e intestinal en los requerimientos totales del animal? ¿Son las vitaminas de la pre-mezcla utilizadas igualmente cuando el animal es alimentado con comida húmeda (por ejemplo carne) que con comida formulada?

Estudios pilotes y trabajos experimentales citados aquí, han usado las vitaminas pre-mezcladas al 1% de la dieta; pero esta dieta, tal como es formulada, consistía primariamente de materia seca (menos del 10% de agua por análisis). Esta es una tasa considerablemente baja de suplementos vitamínicos que está siendo usada con carne fresca. No se sabe hasta qué punto esas diferencias pueden haber influenciado los resultados hasta la fecha.

5. Minerales. Lance (1982) y Lance *et al.* (1983) han estudiado el papel de algunos minerales esenciales en la reproducción de los lagartos. Sin embargo, la nutrición incluyendo minerales esenciales relacionados con el crecimiento de los lagartos, ha recibido poca atención en la literatura. Se debe considerar los niveles mínimos y máximos de minerales en la situación de los micro y macronutrientes. Hasta que se disponga de estudios específicos, una guía razonable puede ser extraída de dos fuentes: 1) el contenido de minerales de partes de las presas comunes en el ambiente natural, y 2)

los requerimientos de minerales de otros animales, especialmente de carnívoros. Sin embargo, ninguno de esos aspectos está exento de problemas. Posteriormente se discutirá, cómo las diferentes cantidades de calcio y fósforo en las dietas afecta en forma significativa el consumo de alimentos por los lagartos y el crecimiento de los mismos, aun cuando estos minerales se encuentren a niveles muy por debajo de aquellos presentes en los despojos de coipo.

El uso de minerales esenciales en la pre-mezcla, a como actualmente se agregan a las raciones de otras especies domésticas, puede ser aconsejable hasta que los requerimientos de minerales de los lagartos sean más estudiados. Hemos incluido un mineral esencial pre-mezclado en las dietas de un segundo experimento citado aquí, y es posible que su uso dio como resultado un mejoramiento en la proporción de la conversión de la comida, como se discutirá más tarde.

INGREDIENTES DISPONIBLES PARA UNA FORMULACION PRACTICA DE ALIMENTOS

La disponibilidad de una lista larga y diversa de ingredientes, es deseable para la formulación de alimentos. Actualmente la lista de ingredientes disponibles para el formulador de comida de lagartos, está restringida a materiales de origen animal (Tabla 1). No se incluyen granos y otros ingredientes de origen vegetal porque se presume que éstos no podrían ser utilizados efectivamente por los lagartos, como se discutió previamente.

El aumento de esta lista sería una contribución importante al programa de formulación de comida para lagartos. La caseína, un ingrediente de origen animal, es excluida de la Tabla 1 debido a su precio relativamente alto. Sin embargo, podría ser útil en pequeñas cantidades, en vista de que es una excelente fuente de proteína y ofrece algunas características ligativas. La caseína ha sido usada en experimentos descritos en este documento, y aparentemente es bien utilizada.

Se debe observar que la disponibilidad de nutrientes en cualquier comida no es igual a la cantidad total presente. Tal disponibilidad varía de acuerdo a las especies, ingredientes, nutrientes, y a la presencia de otros ingredientes en la dieta. La disponibilidad de nutrientes es un tema que debería recibir una atención especial, a medida que se difunda la práctica de la formulación de alimentos para lagartos.

RACIONES PRACTICAS Y SU USO EN LA INDUSTRIA DE LAGARTOS

Aparentemente, los lagartos son capaces de utilizar dietas con altos niveles de proteína dietética (la carne de coipo contiene aproximadamente el 70% de proteína). Sin embargo, su habilidad de usar carbohidratos y grasa dietética, como se dijo anteriormente, es todavía una interrogante. El porcentaje de proteína quizás podría ser rebajada al aumentar los niveles de carbohidratos y grasas, según como se permita, de acuerdo a las restricciones nutricionales, administrativas y de manufacturación. Sin embargo, una dieta alta en proteína de por lo menos el 50-60% parece ser factible. La dieta proteína requerida por los jóvenes de muchas especies de peces, por ejemplo, excede el 50% (NRC 1983). Tales dietas altas en proteínas son propensas a granularse por el proceso de expulsión, que es actualmente usado en la manufacturación de alimentos para cangrejos de río, peces y otras especies acuáticas (Hauck 1981; Lovell 1980). Una vez que la cantidad y la composición de grasas y carbohidratos, si los hay, puedan ser agregadas a la dieta y que su uso eficiente por los lagartos haya sido resuelta, se puede fijar el nivel total de las principales clases de nutrientes en la dieta. En relación a la composición específica de las clases de nutrientes, el contenido de minerales en la dieta y la composición de los ácidos grasos en la dieta de lípidos parece ser el tema de más interrogantes. Experiencias pasadas, los resultados de estudios efectuados hasta la fecha, y los experimentos planeados para un futuro cercano, podrían parecer suficientes para recomendar el uso de vitaminas y la composición de aminoácidos en un producto viable comercialmente que sea de utilidad para la industria de lagartos.