



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Hidalgo, Katia; Rodríguez, Bárbara

La alimentación de las aves, cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia
Animal

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 49, núm. 2, 2015, pp. 197-204

Instituto de Ciencia Animal

La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

La alimentación de las aves, cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal

Katia Hidalgo y Bárbara Rodríguez

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Correo electrónico: khsalomon@ica.co.cu

El objetivo de este artículo es reseñar la información obtenida en las investigaciones realizadas en el Instituto de Ciencia Animal, relacionadas con la alimentación de las aves en el período 1965-2014. Se tratan los aspectos que tienen que ver con la utilización de los productos y derivados de la caña de azúcar, subproductos de la industria azucarera, productos y subproductos de la yuca, fuentes energéticas y proteicas, minerales, así como aditivos. Se informan los avances obtenidos en la sustitución de importaciones.

Palabras clave: *aves, alimentación, productos y subproductos agroindustriales.*

INTRODUCCIÓN

El lanzamiento del primer número de la Revista Cubana de Ciencia Agrícola en 1967 permitió dar a conocer el quehacer de los investigadores en los temas avícolas. Durante casi 50 años, mediante esta publicación se ha transmitido a la comunidad científica los principales resultados obtenidos en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) y en diferentes instituciones cubanas y extranjeras.

Las primeras investigaciones realizadas en el Instituto de Ciencia Animal estuvieron dirigidas a utilizar la caña de azúcar, como principal materia prima para la elaboración de productos alimenticios destinados a diferentes especies.

Los artículos científicos publicados acerca de esta temática están, en su mayoría, dirigidos a la búsqueda de nuevos alimentos y al manejo de las aves en los diferentes sistemas productivos. También abordan aspectos relacionados con la utilización de aditivos que mejoren el valor de los alimentos, el comportamiento animal y la eficiencia económica. Todo ello, con el propósito de producir alimentos no convencionales que sustituyan las fuentes importadas y que abaraten los costos de producción en Cuba y en los países tropicales, con similares condiciones productivas.

ESTUDIOS CON PRODUCTOS Y DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Para los países tropicales productores de azúcar, es de gran interés la sustitución de materias primas en las dietas que, por lo regular, son de importación, por derivados de la caña de azúcar. A partir del cultivo de la caña de azúcar se obtienen productos y subproductos que se pueden utilizar de forma eficiente en la alimentación de las aves. Entre estos se pueden mencionar la miel rica, miel final, azúcar crudo, aceite de cachaza, saccharina, levadura *saccharomyces* y levadura *torula* sobre miel o vinaza.

La miel rica es un producto con gran contenido de azúcares que aporta alta EM a la formulación. Con ella se puede sustituir, de forma parcial o totalmente, la energía con la que contribuye el maíz a la dieta. Los primeros estudios realizados por Pérez *et al.* (1968) en pollos de ceba implementaron la sustitución del maíz en la dieta en 44 %. Pérez y Preston (1970) demostraron que esta fuente logra suplir 100 % de la energía aportada por el cereal, con excelentes

resultados en el crecimiento y en la viabilidad de esta categoría.

Años más tarde, Valdivié *et al.* (2004a y b) introdujeron un nuevo sistema de alimentación con miel rica invertida *ad libitum* y un concentrado proteico-lipídico-vitamínico en forma restringida. Estos autores indicaron que el sistema miel rica-soya puede aplicarse en la alimentación de los pollos, a partir de los 18 d de edad e incluso, desde el primer día de edad. Sin embargo, Hidalgo *et al.* (2005) informaron que el sistema miel rica-soya permite rendimientos de porciones comestibles adecuados, pero como principales inconvenientes refieren que esta se adhiere al plumaje y que su alto contenido en azúcares atrae a las moscas.

En gallinas ponedoras se publicaron los trabajos de Pérez (1968), en los que se sustituyó hasta 24 % del maíz por una combinación de miel rica-miel final. Se obtuvo mejor conversión alimentaria, mayor número de huevos vendibles y menos huevos rotos en el sistema estudiado.

Similares resultados se lograron al trabajar con otras especies avícolas (patos, pavos y gansos). Sin embargo, Valarezo y Pérez (1972) demostraron la tendencia al incremento de buche penduloso con los mayores niveles de inclusión en los pavos.

La miel final de caña, desde su composición hasta su empleo en la alimentación, fue objeto de estudio por parte de diferentes investigadores. Álvarez y Ly (1975) demostraron que posee un efecto laxativo que incrementa la humedad de las excretas, cuando se incluye más de 16 % en las raciones. Además, aumenta la velocidad de tránsito del alimento a través del tracto gastrointestinal y disminuye la retención de materia seca y nitrógeno.

Según Valdivié (1977), la miel final aumenta los procesos fermentativos en los buches y los ciegos, en la medida que se incrementa el porcentaje de inclusión en la dieta. De igual manera, estos autores constataron alteraciones en el hígado y páncreas de las aves, relacionadas con el alto contenido de minerales (Marrero 1977). Valdivié (1977) destacó que con la adaptación de las aves a la miel final, se obtiene un comportamiento nutricional adecuado y disminuyen los trastornos digestivos.

En las gallinas ponedoras, González e Ibáñez (1973) demostraron que hasta 30 % de miel final en las raciones, se obtienen resultados productivos adecuados. Concluyeron que durante los primeros meses de producción, las gallinas con miel final producen menos que las controles, pero al final de la postura ocurre lo inverso y se equilibra la producción anual de las ponedoras.

Azúcar crudo. El azúcar crudo contiene entre 96 y 99 % de sacarosa, por lo que constituye una excelente fuente de energía metabolizable para las aves. Sin embargo, carece de aminoácidos, lípidos y vitaminas, por lo que al sustituir los cereales de la dieta, esta se debe balancear adecuadamente.

Se recomienda que al emplear altos niveles de esta fuente, se utilice levadura en la dieta para garantizar el aporte de vitaminas del complejo B. De igual manera, se propone la suplementación de lípidos para satisfacer el requerimiento de ácidos grasos esenciales.

Pérez (1971), al trabajar con pollos de ceba, demostró que se puede incluir hasta 40 % de azúcar crudo en la dieta. Este autor obtuvo además, una respuesta favorable a la suplementación, con 3 ó 5 % de grasa. Resultados similares refirió en la suplementación con vitaminas y minerales.

En las aves de reemplazo se lograron sustituir totalmente los cereales de la dieta, sin afectar el incremento de peso vivo, la edad al comienzo de la puesta y el peso del huevo. Según Valdivié y González (1977), los inconvenientes se relacionan con el incremento de la conversión alimentaria y la suciedad en el plumaje de las aves.

Pérez (1971), al evaluar este producto en gallinas ponedoras, demostró que en raciones con alto

contenido de azúcar crudo se necesita mayor contenido de metionina para lograr los resultados adecuados en la producción y calidad de los huevos. Años más tarde, González *et al.* (1975) evaluaron mayor nivel de sustitución del maíz por azúcar crudo (50 %) en gallinas ponedoras y demostraron que al suplementar con vitaminas del complejo B se obtienen similares resultados en los indicadores productivos y de calidad.

Aceite de cachaza de caña. Este aceite se ha incluido en raciones para pollos de engorde, a niveles de 6 y 8 % (Bacallao *et al.* 1976). Su valor energético es similar al del aceite de girasol y no afecta el comportamiento de las aves. Como efecto de su inclusión en la dieta de gallinas ponedoras, Pérez *et al.* (1982) refirieron que su incorporación en 7 % no afecta el número de huevos, consumo de alimento y conversión, pero posee efecto decolorante de la yema, debido a la ausencia de pigmentos carotenoides.

Saccharina. Durante la década del 80, en el Instituto de Ciencia Animal se desarrolló una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante la fermentación aeróbica en estado sólido. Según Elías *et al.* (1990), este proceso permitió obtener alimento proteico-energético importante para la alimentación animal.

Los primeros resultados fueron publicados por Valdivié *et al.* (1990a), quienes utilizaron la Saccharina como sustituto del maíz en la dieta para gansos. Los autores mostraron que esta sustitución se debe hacer de forma paulatina, con la respectiva adaptación de las aves, incrementándose en las diferentes etapas de la crianza, desde 30 a 60 %, sin afectar el peso vivo, con la obtención de mayor producción de plumas.

En el caso de los pollos de ceba, Valdivié *et al.* (1990 b) lograron incluir solo 10 %, ya que niveles por encima incrementan el contenido de fibra bruta y reducen el contenido de EM de las dietas, afectándose así el comportamiento productivo (Laredo y Valdivié 1990).

González *et al.* (1993) estudiaron la utilización de saccharina industrial en las dietas para pavos de engorde, y señalaron que en la etapa de inicio (21 a 45 d de edad) con 15 % de saccharina se afecta la conversión alimentaria. Sin embargo, en finalización (46 a 90 d) fue factible incluir 30 %.

En las dietas para los patos, los niveles de uso son más elevados que para los pollos de ceba. En estos animales es factible utilizar 10 y 20% en el período de inicio y crecimiento, respectivamente (Fraga *et al.* 1994a).

La combinación de saccharina con otros alimentos permitió incrementar su valor nutricional y, de esta forma, disponer de alimentos mejor balanceados. Fraga *et al.* (1993) sugirieron el empleo de 10 % de leucosaccharina en la alimentación de pollos de engorde. Valdivié *et al.* (1996a) evaluaron la utilización de saccharina mulata y sacchaboniato para pollos de engorde y sugirieron su empleo hasta 10 % como sustituto de la saccharina clásica. También definieron que el límite máximo de inclusión de la sacchasoyamaíz

en los piensos para pollos de engorde era de 20 %, nivel que permitió obtener el peso vivo estándar de las aves, la mejor conversión de alimentos tradicionales y reducir en 6 % los costos de alimentación de la tonelada de canal + vísceras comestibles.

En un trabajo de Valdivié y Elías (2006), con la

inclusión de 20 % de sacchacanavalía en la dieta de pollos de ceba evidenciaron la posibilidad de reducir los efectos adversos de las sustancias antinutricionales de los granos de canavalía, al someterlos a un proceso de fermentación en estado sólido, pues no se alteró la eficiencia de utilización de los alimentos.

SUBPRODUCTOS DEL ARROZ

En el mundo se cosechan, aproximadamente, 563 millones de toneladas de arroz paddy/año con alto rendimiento. Desde los años 70, se destacan las posibilidades de emplear el arroz y sus subproductos industriales en los piensos para aves, así como la alternativa de alimentar aves en condiciones de pastoreo en las áreas arroceras (Sanz 1975, 1977, 1985).

Entre los productos y subproductos del arroz se han estudiado el arroz paddy, la cabecilla, el polvo y la cáscara (Valdivié *et al.* 2012).

La cabecilla de arroz es un subproducto de alto valor nutritivo. Es capaz de sustituir hasta 100 % de los cereales en las raciones para pollos de engorde (Sanz 1975). Según criterios de Valdivié (1977), este subproducto puede ser empleado en aves de reemplazo y gallinas ponedoras, con la obtención de resultados productivos adecuados.

El empleo del polvo de arroz en la alimentación de las aves se basa en su contenido alto de fibra (7 y 11 %) y grasa, además de su aporte proteico (14.7 %). Sanz (1977), al estudiar la grasa del polvo de arroz, demostró que esta es muy oxidativa, lo que provoca que no se pueda almacenar por largos períodos.

Los estudios realizados por Sanz (1977) tuvieron como objetivo evaluar el nivel óptimo de sustitución del maíz de la dieta por el polvo de arroz en pollos de ceba. De los resultados obtenidos, se concluyó que este subproducto, al suministrarse de forma fresca, puede sustituir 50 % de los cereales en las raciones. La autora recomendó la peletización del polvo, pues provoca un incremento en el consumo de alimento, elimina la pulverulencia de las raciones, aumenta el peso vivo y mejora la conversión.

En aves de reemplazo de ponedoras, se sustituyó totalmente el maíz por el polvo de arroz desde las siete semanas de edad hasta las 22. Se comprobó que al emplear este subproducto, como única fuente de energía en la dieta, no se afecta ni la composición corporal ni la producción de huevos en la etapa de postura (Sanz y Ngo Thy Ly 1976). En el caso de gallinas ponedoras, Sanz y Gutiérrez (1976) sustituyeron del 50 al 75 % de los cereales, sin afectar significativamente el comportamiento productivo de las aves. Como ventajas, estos autores señalaron que se mejoró la factibilidad económica de la explotación.

PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE LA YUCA

La yuca es una planta de la zona tropical, que se cultiva en millones de hectáreas a nivel mundial. Según Valdivié *et al.* (2012), anualmente se generan 196 millones de toneladas de raíz de yuca, de las cuales 52 % se utiliza para el consumo humano, 28 % para el consumo animal y 18 % para procesos industriales.

La raíz de yuca es una fuente de energía, rica en carbohidratos y en particular en almidón. A partir de la planta de yuca, se producen harinas de sus raíces, con cáscara y sin ella; además de harina de hojas.

La raíz de la yuca contiene un glucósido que al activarse enzimáticamente libera ácido prúsico, sustancia dañina para los animales. Por ello, Montilla *et al.* (1973) recomendaron límites de inclusión en la dieta para pollos de ceba, desde 10 hasta 30 %, respectivamente.

Las gallinas ponedoras toleran solo hasta 20 % de harina de yuca en sus raciones como sustituto del maíz. Cuando se utilizan altos por cientos en las raciones avícolas, se debe atender al balance de aminoácidos de las dietas, especialmente los azufrados.

Valdivié *et al.* (2008) y Zacarias *et al.* (2012a) lograron una metodología de trabajo con la raíz de yuca,

en la cual propusieron la sustitución total de la harina de maíz en la dieta de pollos de ceba y hasta 53 % en gallinas ponedoras. Estos autores demostraron que no se afectan los indicadores del comportamiento, peso vivo, consumo de alimento, conversión alimentaria, rendimiento en canal y palatabilidad de la carne (aroma, sabor y textura). Como ventaja refirieron además, su efecto económico positivo, aunque señalaron entre sus limitaciones la despigmentación de la piel, patas, picos y grasa abdominal de los pollos.

En gallinas ponedoras, los autores citados obtuvieron similares resultados en la producción de huevo. El porcentaje de postura informado fue superior a 90 % durante toda la experimentación. Destacaron además, mayor peso del huevo en las aves que consumieron la harina de raíz de yuca, y como inconveniente solo señalaron menor coloración de la yema, debido al bajo contenido de carotenoides en la dieta.

Para las aves de reemplazo, estos mismos autores demostraron la posibilidad de sustituir 50 % del maíz por harina de raíz de yuca de primera calidad (74 % de almidón), desde el nacimiento hasta las

17 semanas de edad, sin alterar el comportamiento productivo.

En el caso de la harina de hojas de yuca, algunos autores dudan del valor nutritivo de esta para la alimentación animal. Sin embargo, Montilla *et al.* (1977) al emplear harina de follaje con 19.7 % de proteína y 27.7 % de fibra en dietas peletizadas para pollos de engorde obtuvieron similares resultados productivos, con mejora en los indicadores económicos. Zacarias *et al.* (2012b)

OTRAS FUENTES ENERGÉTICAS

Otra de las fuentes alternativas evaluadas fue la harina de fruta del pan (*Artocarpus communis* Forst o *Artocarpus incisa* o *Artocarpus altilis*). Valdivié y Álvarez (2003) la utilizaron como sustituto parcial de la harina de maíz en dietas para pollos de engorde y recomendaron la inclusión de 20 %, con resultados productivos similares a la dieta de maíz-soya. En otro estudio, Leyva *et al.* (2010) indicaron que el límite máximo de inclusión de la harina de frutos del árbol del pan es 20 %, ya que con 30 % se deteriora la ganancia de peso vivo, el consumo de alimento y la conversión alimentaria.

También ha sido objeto de estudio la utilización de grasas y aceites para disminuir el porcentaje de inclusión de las fuentes tradicionales de energía en la dieta. Acerca de este tema, Lon Wo y Rodríguez (1983) emplearon jaboncillo de girasol sin acidular en pollos de ceba, con la inclusión de hasta 15 % entre las tres y ocho semanas

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 2, 2015.
emplearon esta harina como pigmentante. Estos autores demostraron que la inclusión del 2 % de este producto en la dieta de pollos de ceba y reemplazo de ponedoras permite la pigmentación de los picos, patas y carnes. En el caso de las gallinas ponedoras, para mantener pigmentación de 6 en la escala Roche, las dietas se deben suplementar con 2.5 % de harina de follaje de yuca, lo que genera además, efecto económico positivo.

de edad. De igual manera, Fraga y Valdivié (1985) utilizaron el sedimento de aceite crudo de girasol en la dieta de finalización en pollos. En los estudios citados se llegó a la misma conclusión: la inclusión de estos subproductos permite mejorar la textura de la dieta y posibilita excelentes resultados en el comportamiento de las aves.

Lon Wo y Rodríguez (1986) realizaron una comparación entre diferentes fuentes energéticas alternativas para pollos de ceba: sebo de res, jaboncillo de aceite de girasol acidulado (JAGA) y sin acidular (JAGSA), manteca ranciosa y aceite de cachaza. Como resultado obtuvieron que, de acuerdo con el comportamiento productivo de las aves, los mejores subproductos fueron el JAGA, sebo de res y JAGSA. Sin embargo, mencionaron que el uso de cualquiera de estas fuentes energéticas mejora el comportamiento productivo de los pollos de ceba.

FUENTES PROTEICAS

En Cuba se han estudiado proteínas unicelulares para la producción avícola, a partir de subproductos de la producción de alcohol. Entre ellas se pueden citar la levadura *saccharomyces* y la levadura *torula* desarrolladas en mieles, meollo o vinaza. La levadura *torula* es una de las fuentes proteicas alternativas de mayor potencialidad en los países productores de caña de azúcar.

Las levaduras constituyen una fuente proteica rica en vitaminas del complejo B. Además, poseen alto contenido de lisina, que está altamente disponible para las aves. Valdivié (1976) mencionó que la levadura *torula* producida en Cuba, es pobre en metionina y, según los resultados en el comportamiento de los pollos de ceba, es necesaria la suplementación con DL-metionina; no así para gallinas ponedoras y sus reemplazos.

Una de las principales limitaciones de las levaduras se relaciona con la palatabilidad y el contenido de ácidos nucleicos. Estas características pueden variar con la especie de levadura. Por lo general, las levaduras tienen un sabor amargo y, cuando se emplean en altos niveles en las dietas, pueden disminuir la palatabilidad, principalmente por ser pulverulentas y por su consistencia pegajosa, que interfiere en el consumo de los animales.

También pueden provocar aumento en la humedad de las heces o excretas.

En gallinas ponedoras, Pérez *et al.* (1969) emplearon levadura *torula* o *saccharomyces* como sustituto de la harina de soya, y demostraron que se obtienen resultados adecuados. Valdivié y Compte (1976) evaluaron esta fuente proteica en aves de reemplazo, y evidenciaron que durante el inicio de la crianza (0 a 6 semanas de edad) se puede incluir 20 % de levadura *torula* y que, desde 7 a 22 semanas de edad, se puede sustituir 100 %. En gallinas ponedoras, con raciones con 18 % de levadura *torula*, no se afectó el comportamiento productivo ni la calidad de los huevos.

Valdivié (1975) evaluó la levadura *torula* seca en pollos de ceba y logró incluir en la dieta hasta 38 %. No obstante, las aves alimentadas con las dietas de 30 y 38 % presentaron excretas húmedas y pegajosas. Por ello, el autor citado sugirió la inclusión de hasta 20 % de levadura *torula* en piensos para pollos de ceba de un potencial de crecimiento medio, para lograr resultados productivos adecuados.

En estudios realizados por Pérez *et al.* (1969) se demostró que el nivel óptimo de inclusión estaba próximo a 15 % en gallinas ponedoras, sin que se

afectara la producción de huevos. Para los pollos de ceba, Gutiérrez (1974) refirió que, para las condiciones de Cuba, el nivel de proteína en dietas basadas en azúcar era, aproximadamente, de 19 % de la MS. Agregó que es aconsejable suplementar las dietas con 0.1 % de metionina.

Rodríguez *et al.* (2014) trabajó con levadura torula desarrollada en vinaza en la dieta de reemplazo de ponedoras. Concluyeron que se puede incluir hasta 20 % de esta fuente proteica en la dieta de inicio y crecimiento, sin afectar el comportamiento de las aves.

Fraga *et al.* (1992 y 1994b) valoraron la posibilidad de introducir forraje de parte aérea de algunas plantas como la *Leucaena leucocephala*, la *Chenopodium quinua* W. y el *Amaranthus cruentus* en la alimentación de pollos de engorde. Los niveles recomendados para pollos de engorde fueron bajos (5 %), y hasta 10 % para gallinas ponedoras.

En el trabajo de Cino *et al.* (1999) se evidencian las posibilidades económicas de diferentes especies de leguminosas, soya (*Glycine max.*), dólido (*Lablab purpureus*), mucuna (*Stizolobium aterrimum*), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.), frijol alado (*Psophocarpus tetrazonalabus*) y vigna (*Vigna unguiculata*), como alternativas que sustituyen parcialmente las fuentes proteicas que se emplean en los piensos avícolas.

Lon Wo *et al.* (1998) demostraron que *Vigna unguiculata*, entre las leguminosas que evaluaron, es la fuente proteica alternativa más promisoría para la

alimentación de pollos de engorde, debido a la menor presencia de factores antinutricionales. Estos autores, al sustituir 35 % de la harina de torta de soya importada por harina de vignas secadas al sol, en dietas de trigo isoenergéticas pero no isoproteicas, encontraron beneficio económico por la sustitución parcial de la fuente proteica importada, disminución de la proteína dietética y ausencia de suplementación de aminoácidos sintéticos.

En otro estudio, Lon Wo y Cino (2000) recomendaron la sustitución de hasta 50 % de la harina de torta de soya por harina de granos de vigna crudos, sin afectar el comportamiento productivo de pollos de ceba, incluso con ventajas económicas hasta el nivel de 75 %. También demostraron que no era necesaria la adición de aminoácidos mayores que los que se utilizan en una dieta convencional de maíz-soya. Posteriormente, Lon Wo *et al.* (2001) lograron sustituir hasta 60 % de la fuente proteica tradicional por la alternativa y 16 % del cereal con el máximo nivel de inclusión (20 %).

Al evaluar los procesos de extrusión, tostado o secado al sol de granos crudos de mucuna (*Stizolobium aterrimum*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*), Lon Wo *et al.* (2002a) verificaron la necesidad de tratar las leguminosas por la presencia de factores antinutricionales. Estos autores informaron mejora en la calidad nutricional de las harinas y en el comportamiento productivo de los pollos de engorde.

UTILIZACIÓN DE MINERALES Y ADITIVOS EN LAS DIETAS AVÍCOLAS

La disponibilidad de minerales en el país hizo posible la evaluación de algunos de ellos, con vista a su empleo en la alimentación de las aves y, de esta forma, contribuir a la sustitución de importaciones.

Berrios *et al.* (1983) incluyeron diferentes niveles (0, 2.5, 5 y 10 %) de zeolita en la dieta de gallinas ponedoras. Obtuvieron similares resultados, en cuanto a la producción de huevo y el consumo de alimentos. Sin embargo, estos autores constataron que la conversión alimentaria se favoreció de forma significativa para todos los niveles de zeolita estudiados. Además, informaron que los costos de la dieta mostraron reducción, debido a la inclusión de este mineral.

Lon Wo y González (1991) confirmaron los resultados positivos que se obtienen con la utilización de 5 % de zeolita. Estos autores demostraron además, las potencialidades de la bentonita y el caolín. Teniendo en cuenta la capacidad adsorbente de las zeolitas, Lon Wo *et al.* (1993) confirmaron que las zeolitas cubanas aportan estimables beneficios a la producción avícola, al incrementar la eficiencia productiva, mejorar el estado metabólico y garantizar la calidad higiénica de los alimentos y la salud de las aves, al actuar como descontaminante y desintoxicante.

Lon Wo y Cárdenas (1995) desarrollaron tres trabajos experimentales para evaluar diferentes yacimientos de

zeolitas. Estos autores concluyeron que era factible el uso de cualquiera de los yacimientos evaluados, independientemente del tipo de cereal, excepto el de La Pita. Demostraron además, que pueden existir diferencias en el comportamiento productivo por el efecto del tipo de zeolita que predomine, las posibles intercalaciones presentes, el nivel de extracción y procesamiento, entre otros factores tecnológicos.

Para las gallinas ponedoras, Lon Wo y Cárdenas (1996) diseñaron una estrategia de alimentación con el empleo de zeolita en sustitución del pienso total. Esta técnica permitió controlar el consumo de alimento. De esta forma se confirmó que la zeolita tiene efectos beneficiosos en la eficiencia de utilización de los alimentos.

Al considerar las potencialidades de las zeolitas, Acosta *et al.* (2005) las emplearon para garantizar esquemas de alimentación que lograran ahorro de proteína y suplementación de aminoácidos, de modo que contribuyeran a lograr mayor eficiencia nutritiva y menor contaminación ambiental. Estos autores encontraron interacción favorable, en lo que respecta al uso de la zeolita y los esquemas de alimentación. Por ello, sugirieron que introducir cambios en la dieta de inicio de pollos de ceba a los 21 d, con el uso de la zeolita, puede dar lugar a mayor rendimiento de carne

A y canales más magras.

En gallinas ponedoras, Lon Wo *et al.* (2010) demostraron que es posible manipular la alimentación con la inclusión de zeolitas naturales y contribuir a disminuir la contaminación ambiental y la concentración de malos olores.

Acosta *et al.* (2009a) evaluaron la fosforita del yacimiento Trinidad de Guedes (FTG) como fuente de fósforo para su inclusión en la dieta de pollos de engorde y gallinas ponedoras. Estos autores determinaron, mediante pruebas de crecimiento y mineralización ósea, que la disponibilidad biológica relativa de fósforo en este

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 2, 2015.

producto es alta, y muy similar al fosfato dicálcico de gran calidad, por lo que se puede considerar una buena fuente de fósforo para las aves.

Acosta *et al.* (2009b) demostraron mediante el comportamiento productivo y el metabolismo mineral de gallinas ponedoras que es factible la sustitución total de la fuente de fósforo importada por el FTG. Estos autores indicaron que se puede disminuir el fósforo disponible, recomendado para la fase I de puesta (0.40 %), hasta 0.25 %, sin que se alteraran los indicadores productivos (Acosta *et al.* 2009c).

ENZIMAS

La utilización de las enzimas en la alimentación de las aves no solo representa una mejora en el valor nutricional de los alimentos, sino que también permite incrementar sus posibilidades en el uso de materias primas. Asimismo, ofrece mayor variabilidad de alimentos, y más ganancias al productor de alimentos balanceados para mejorar el uso de diferentes fuentes proteicas y eliminar factores antinutritivos como los oligosacáridos de las leguminosas (Acosta *et al.* 2006).

En un estudio realizado por Lon Wo *et al.* (2000) para evaluar el uso de β mananasa en dietas de maíz-soya para pollos de ceba, se demostraron las potencialidades de esta enzima para incrementar la digestibilidad de los nutrientes y, por ende, la eficiencia de utilización de estos.

De todo el fósforo presente en granos y oleaginosas, solo de 10 a 30 % se halla disponible para las aves. De ahí, que Acosta *et al.* (2006) plantearan la necesidad de suplementar con enzima fitasa en dietas de gallinas ponedoras con bajo nivel de fósforo disponible, pues de no hacer uso de ella se manifiestan alteraciones en el metabolismo mineral y en el comportamiento productivo. En pollos de engorde, Acosta *et al.* (2007a) informaron que la utilización de fitasas en dietas con bajo aporte de P disponible (0.24 %) puede optimizar el fósforo dietético, y garantizar un comportamiento productivo y homeostasis mineral adecuados.

En otro estudio, Acosta *et al.* (2008a) indicaron la necesidad de suplementar, al menos, 250 mg/ave/d de fósforo mediante una fuente inorgánica o con la utilización de 450 U/kg de fitasa. De igual forma, sugirieron que se puede disminuir a 0.14 % el aporte de fósforo disponible (Pd), o no usarse fuente de fósforo inorgánica, cuando se incluye la enzima fitasa Natuphos, ya que esta garantiza una disponibilidad adicional de fósforo que cubre parte de los requerimientos dietéticos necesarios para un óptimo comportamiento y homeostasis mineral.

Otro de los productos necesarios para la formulación adecuada en la dieta de las aves es el carbonato de calcio. Pero, de igual manera, se han realizado estudios para lograr la sustitución de este, por otros productos de menor costo. Delgado *et al.* (1988) evaluaron la sustitución de carbonato de calcio por conchas marinas en la dieta de pollos de ceba. Los autores demostraron que las conchas pueden sustituir la totalidad del calcio en la dieta.

Entre los aditivos zootécnicos promotores del crecimiento se encuentran los probióticos, fitobióticos y prebióticos, que surgen como alternativa a los antibióticos. Como se conoce, estos últimos han generado problemas de resistencia microbiana o de efecto residual en las carnes. En este sentido, Acosta *et al.* (2007b) demostraron la posibilidad de incrementar la eficiencia económica y biológica de pollos de ceba con la utilización de una mezcla probiótica (*Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus*).

Acosta *et al.* (2008b) recomendaron utilizar un probiótico multicepa con una mezcla fitobiótica (basada en aceites esenciales de orégano, cítrico y anís) y sus combinaciones, como promotores naturales del crecimiento de pollos de ceba, ya que influyen positivamente en el comportamiento de estos animales, en su estado de salud y en el rendimiento de la pechuga. Además, estos autores sugirieron que existen aspectos, como la digestibilidad y la retención de nutrientes, que se deben investigar con más profundidad.

Otros aditivos se emplean en la dieta de las aves para mejorar la calidad del producto final a partir de la demanda de los consumidores. Para ello, la utilización de pigmentantes en la dieta de las aves para la coloración de la yema y de las carnes fue descrita por Prohaszka (1968). Este autor comparó un pigmentante sintético con la *Bixa orellana* (bija) y obtuvo una coloración 75 veces más alta para el producto sintético con respecto a la bija en los huevos.

CONSIDERACIONES FINALES

Es evidente la variedad de productos y subproductos que se pueden encontrar en el trópico, que permiten satisfacer de forma parcial o total, los nutrientes requeridos por las aves. De igual manera, los amplios conocimientos

de los investigadores en el área tropical, permiten ajustar cada una de los sistemas de alimentación a los diferentes tipos de crianza y especies estudiadas, para lograr así la sostenibilidad y sustentabilidad de las producciones.

REFERENCIAS

- Acosta, A., Lon Wo, E., Cárdenas, M. & Almeida, M. 2006. Effect of the enzyme phytase on the mineral metabolism and the productive performance of laying hens with low phosphorus supply. Cuban J. Agric. Sci. 40:189
- Acosta, A., Lon-Wo, E., Cárdenas, M. & Almeida, M. 2008a. Productive performance and mineral metabolism of chickens according to the phosphorus source and the addition of a phytase enzyme (*Aspergillus ficuum*) in the diet. Cuban J. Agric. Sci. 42: 281
- Acosta, A., Lon Wo, E., Cárdenas, M. & Almeida, M. 2009a. Evaluation of the phosphorite from the Trinidad de Guedes (TG) deposit as potential source of phosphorus in laying hens. Cuban J. Agric. Sci. 43: 161
- Acosta A., Lon-Wo, E., Cárdenas, M. & Almeida, M. 2009b. Effect of the diet level of phosphorus on the productive performance and the mineral metabolism of commercial laying hens. Cuban J. Agric. Sci. 43: 277
- Acosta, A., Lon Wo, E. & Dieppa, O. 2005. Effect of the natural zeolite (Clinoptilolite) and of the different feeding schemes on the productive performance of broilers. Cuban J. Agric. Sci. 39: 311
- Acosta, A., Lon Wo, E., Dieppa, O., Febles, M. & Almeida, M. 2007a. Effect of two microbial phytases from *Aspergillus ficuum* and *Pichia pastoris* on the mineral metabolism and the productive performance of broilers. Cuban J. Agric. Sci. 41: 47
- Acosta, A., Lon Wo, E., García, Y., Dieppa, O. & Febles, M. 2007b. Effect of a probiotic mixture (*Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*) on the productive performance, carcass yield and economic indicators of broiler chickens. Cuban J. Agric. Sci. 41: 355
- Acosta, Y., Acosta, A., Pasteiner, S., Rodríguez, B. & Mohnl, M. 2008. Effect of a probiotic and a phytobiotic blend on the performance, health status and carcass yield of broilers. Cuban J. Agric. Sci. 42:181
- Álvarez, R. J. & Ly, J. 1975. Some fermentative parameters in crop and caeca of chickens fed on maize or final molasses. Preliminary data. Cuban J. Agric. Sci. 9:49
- Bacallao, N. Tzvetanov, I., Puig, M., Slavova, V., Soakian, S., Navia, D., Pedroso, H., González, E., Smith, M., Aruca, A. & Pedroso, L. 1976. Efecto de la adición de aceite de cachaza de caña como suplemento energético en las dietas para pollos de ceba. 1ra Reunión ACPA, La Habana
- Berrios, I., Castro, M. & Cárdenas, M. 1983. Zeolite inclusion in the feeds for laying hens fed ad libitum. Cuban J. Agric. Sci. 17:169
- Cino, D. M., Díaz, M. F., Lon Wo, E. & González, A. 1999. Economical evaluation raw legumes grain meals and their potential use in poultry feeding. Cuban J. Agric. Sci. 33: 121
- Delgado, D., Fundora, O., Álvarez, R.J. & González, T. 1988. Substitution of calcium carbonate by sea shell in broiler diets. Some biochemical and physiological aspects. Cuban J. Agric. Sci. 22:297
- Elías, A., Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1990. A review on the development of a protein sugar cane enrichment technology through solid state fermentation (Saccharina). Cuban J. Agric. Sci. 24:1
- Fraga, L. M., Ramos, N., Martínez, R. O. & Febles, M. 1994b. Inclusion of 10% of quinoa or amaranthus forage meal in diets for laying hens. Cuban J. Agric. Sci. 28:207
- Fraga, L. M. & Valdivié, M. 1985. The utilization of crude oil sediment in the finishing rations for broilers. Cuban J. Agric. Sci. 19:197
- Fraga, L. M., Valdivié, M., Elías, A. & Rodríguez, C. 1993. Feeding of broilers with Saccharina o Leucasaccharina. Cuban J. Agric. Sci. 27: 63
- Fraga, L.M., Valdivié, M., Febles M., Gutiérrez, M. & Rodríguez, C. 1994a. A note on the utilization of Saccharina in the fattening of White Peking ducks. Cuban J. Agric. Sci. 28:347
- Fraga, I. A., Valdivié, M. & Rodríguez, C. 1992. A note on the use of *Leucaena leucocephala* leaf in broiler diets. Cuban J. Agric. Sci. 26:283
- González, C.T. & Ibáñez, R.S. 1973. Sugar cane final molasses in poultry feeding. Cuban J. Agric. Sci. 6:39
- González, C.T, Ibáñez, R.S. & Fernández, R.J. 1975. Raw sugar and B complex for laying hens. Cuban J. Agric. Sci. 9:319
- González, L. M., Valdivié, M., Lon-Wo, E., Elías, A., Rodríguez, J. & Gutiérrez, O. 1993a. A note on the use of industrial Saccharina in turkey fattening. Cuban J. Agric. Sci. 27:69
- Gutiérrez, R. 1974. Protein levels and methionine supplementation of sugar diets for broilers. Cuban J. Agric. Sci. 8:225
- Hidalgo, K., Rodríguez, B., Valdivié, M. & Febles, M. Utilization of distillery vinasse as additive of broiler chickens. Cuban J. Agric. Sci. 43: 273
- Hidalgo, K., Valdivié, M., Gabel, M., Hackl, W. & Rodríguez, B. 2005. Meat yield of broilers in the system high-test molasses-soybean. Cuban J. Agric. Sci. 39:55
- Laredo, C & Valdivié, M. 1990. Valoración teórica de la inclusión de Saccharina en los piensos de engorde. Trabajo de Diploma. Facultad de Medicina Veterinaria. ISCAH. La Habana. Cuba
- Leyva, C., Valdivié, M., Ortiz, A., Febles, M. & Dieppa, O. 2010. Meal of breadfruit tree (*Artocarpus altalis*) as alternative substitute for corn in broiler chicken diets. Cuban J. Agric. Sci. 44:43
- Lon-Wo, E., Acosta, A. & Cárdenas, M. 2010. Effect of natural zeolite (Clinoptilolite) on the laying hen diet. Its influence on ammonia release through the feces. Cuban J. Agric. Sci. 44:383
- Lon Wo, E., Beltrán, M. D., Camps, M., Rodríguez, B. & Dieppa, O. 2002a. Extrusion, toasting or sun-drying of tropical legume grains. Technical note. Cuban J. Agric. Sci. 36:143
- Lon Wo, E. & Cárdenas, M. 1995. New natural Cuban zeolite deposits for broiler feeding. Cuban J. Agric. Sci. 29:85
- Lon Wo, E. & Cárdenas, M. 1996. Strategy for the use of natural zeolites in diets for light layers. Cuban J. Agric. Sci. 30:305
- Lon Wo, E., Cárdenas, M. & Díaz, M. F. 1998. Vigna, an alternative protein source for poultry in the tropics. Preliminary results. Cuban J. Agric. Sci. 32:279
- Lon Wo, E. & Cino, D. M. 2000. Synthetic amino acids on the efficiency of utilization of an alternative protein source (*Vigna unguiculata*) for broilers. Cuban J. Agric. Sci. 34: 327
- Lon Wo, E., Dale, N. & Cárdenas, M. 2000. The use of beta-mannanase in maize-soybean meal diets for broilers. Cuban J. Agric. Sci. 34: 221

- Lon-Wo, E. & González, J. L. 1991. Comparative evaluation of zeolite, bentonite and kaolin through the productive performance of broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 25:71
- Lon-Wo, E. & Rodríguez, C. 1983. Levels of non-acidulated sunflower soapstock for broilers. *Cuban J. Agri. Sci.* 17:67
- Lon-Wo, E. & Rodríguez, C. 1986. The evaluation of different fats and oils for broiler feeding. *Cuban J. Agric. Sci.* 20:251
- Lon Wo, E., Rodríguez, B. & Dieppa, O. 2001. Economic and biological evaluation of vigna (*Vigna unguiculata*) meals in isoprotein diets for broiler. *Cuban J. Agri. Sci.* 35: 23
- Lon Wo, E., Zaldívar, V. & Margolles, E. 1993. Effect of natural zeolites on poultry feeding with different nutritional levels or high mycotoxin contamination. *Cuban J. Agri. Sci.* 27:199
- Marrero, L. 1977. Fuentes energéticas no convencionales para la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba en el trópico. Tesis Cand. Doc. Cienc. Agríc. Inst. Sup. Cienc. Agrop. La Habana, Cuba
- Montilla, J., Castillo, P. P. & Widenhofer, H. 1973. Efecto de la incorporación de harina de raíz de yuca amarga en raciones para pollos de engorde. IV Reun. ALPA, Maracay, Venezuela
- Montilla, J., Vargas., Wiendenhofer, H., Armas, A., Balda, R. & Smith, B. 1977. Utilización del follaje de yuca en raciones para pollos de engorde. VI Reun. ALPA, La Habana, Cuba
- Pérez, R. 1968. Different levels of high-test and final molasses for layers. *Cuban J. Agric. Sci.* 2:171
- Pérez, R. 1971. The effect of housing density and the use of methionine in sugar-based diets for layers. *Cuban J. Agric. Sci.* 5:59
- Pérez, R. & Preston, T.R. 1970. Final and high-test molasses for broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 4:111
- Pérez, R., Preston, T.R. & Willis, M.B. 1968. The replacement of cereals by sugar or molasses for broilers raised on wire or litter. *Cuban J. Agric. Sci.* 2:101
- Pérez, R., Preston, T.R. & Willis, M.B. 1969. The performance of laying hens given different grain and protein sources. *Cuban J. Agric. Sci.* 3:33
- Pérez, R., Tzvetanov, I. & Lamazare, E. 1982. Metabolizable energy and apparent dry matter retention in diets with filter cake-mud oil and rice polishings for broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 16:181
- Pérez, R. & San Sebastián, J.R. 1970. Liquid molasses based diets for ducks. *Cuban J. Agric. Sci.* 4:205
- Prohaszka, L. 1968. The accumulation of carotenoids in laying hens. *Cuban J. Agric. Sci.* 2:109
- Rodríguez, B., Valdivié, M., & Lezceno, P. 2014. Utilization of torula yeast grown on distillery's vinasse in starter and growth diets in White Leghorn L-33 replacement layers. *Cuban J. Agric. Sci.* 48:129
- Sanz, M. 1975. The use of rice bran in broiler feeding. *Cuban J. Agri. Sci.* 9:305
- Sanz, M. 1977. Uso del polvo de arroz como fuente energética en la formación de piensos avícolas para la producción de carne. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Sanz, M. 1985. Use of rice poder and a low level of phosphorous available in diets for laying hens under production conditions. *Cuban J. Agric. Sci.* 19:159
- Sanz, M. & Gutiérrez, R. 1976. Uso del polvo de arroz en la alimentación de gallinas ponedoras. 3er. Semin. Int. ICA, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 2, 2015. La Habana, Cuba
- Sanz, M. & Ngo Thy Ly. 1976. Sustitución del maíz por el polvo de arroz en la alimentación de las pollitas de reemplazo White Leghorns. Ira. Reunión ACPA, La Habana.
- Valarezo, S. & Pérez, P. 1972. Protein levels for growing turkeys fed high-test molasses. *Cuban J. Agric. Sci.* 6:223
- Valdivié, M. 1975. Saccharomyces yeast as a by-product from alcohol production on final molasses in diets for broilers. *Cuban J. Agri. Sci.* 9:327
- Valdivié, M. 1976. Torula yeast developed in final molasses and dried for broiler fattening. 1. Inclusion levels in medium size chickens. *Cuban J. Agric. Sci.* 10:173
- Valdivié, M. 1977. Producción avícola con productos y subproductos agroindustriales en Cuba. Mesa redonda. VI Reunión ALPA, La Habana, Cuba
- Valdivié, M. & Álvarez, R. 2003. Note on the use of breadfruit meal (*Artocarpus communis*) in broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 37:167
- Valdivié, M., Bernal, H., Morales, H., Gutiérrez, E., Rodríguez, B., Mora, L., González, R., Cisneros, M., Rodríguez, R., LaO, A.L., Cerillo, M.A. & Juárez, A. 2012. Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Primera edición. EDICA 978-959-7171-20-1
- Valdivié, M. & Compte, X. 1976. Empleo de productos y subproductos nacionales en la alimentación avícola. Mesa redonda. Ira. Reunión ACPA, La Habana, Cuba.
- Valdivié, M. & Elías, A. 2006. Potentialities of the Canavalia ensiformis grain fermented with sugarcane (*Sacchacavalia*) in broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 40:441
- Valdivié, M., Elías, A. & Dieppa, O. 1990a. Feeding of geese with Saccharina.1. Fattening stage. *Cuban J. Agri. Sci.* 24:99
- Valdivié, M., Elías, A. & Dieppa, O. 1990b. Feeding of geese with Saccharina. 2. Adaptation to high concentrations. *Cuban J. Agric. Sci.* 24:105
- Valdivié, M., Gabel, M., Hackl, W., Hidalgo, K., Dieppa, O. & Febles, M. 2004a. Total substitution of corn by high-test sugarcane molasses in broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 38:167
- Valdivié, M., & González, L. 1977. Posibilidad de utilizar el azúcar crudo en la alimentación aviar. *Avicultura Profesional.* 5:31
- Valdivié, M., González, L. M. & Elías, A. 1996. Brown Saccharina and Sacchaboniato as replacers of industrial Saccharina for broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 30:73
- Valdivié, M., Leyva, C., Cobo, R., Ortiz, A., Dieppa, O. & Febles M. 2008. Total substitution of corn by cassava (*Manihot esculenta*) meal in broiler chicken diets. *Cuban J. Agric. Sci.* 42: 61
- Valdivié, M., Rodríguez, B., Gabel, M., Hackl, W. & Hidalgo, K. 2004b. Age of introduction to the system of high-test molasses-soybean in broilers. *Cuban J. Agric. Sci.* 38: 391
- Zacarias, J. B., Valdivié, M. and Bicudo, S. J. 2012a. Substitution of corn and soybean oil by cassava meal and African palm tree oil in diets of laying hens. *Cuban J. Agric. Sci.* 46:175
- Zacarias, J. B., Valdivié, M. and Bicudo, S. J. 2012b. Meal of cassava foliage as pigment of diets with cassava meal and oil of African oil palm for laying hens. *Cuban J. Agric. Sci.* 46:187