



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Castro, M.; Martínez, Mayuly  
La alimentación porcina con productos no tradicionales: cincuenta años de  
investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal  
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 49, núm. 2, 2015, pp. 189-196  
Instituto de Ciencia Animal  
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698008>

- 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 porcina con productos no tradicionales: cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal

M. Castro y Mayuly Martínez

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*  
*Correo electrónico: mcastro@ica.co.cu*

Se informan los principales resultados obtenidos en el Instituto de Ciencia Animal, desde su fundación hasta 2014, en investigaciones acerca de la utilización de recursos locales destinados a la alimentación porcina. Se refieren los avances logrados en el empleo de la caña de azúcar y sus derivados, productos obtenidos por vía biotecnológica. Se muestra su utilidad y efectividad, y sus posibilidades de sustituir materias primas de importación. Se tratan además, aspectos bioquímicos y fisiológicos del cerdo.

Palabras clave: *alimentación, cerdos, productos y subproductos agroindustriales*

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los países en vías de desarrollo están ubicados en las regiones tropicales y subtropicales, donde paradójicamente existe un potencial incalculable para la producción de alimentos. En este contexto, es de especial importancia la producción de grandes volúmenes de biomasa en forma de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cultivo que se encuentra presente ampliamente en estas regiones.

Cuba fue uno de los mayores productores de azúcar del mundo a partir del cultivo de la caña de azúcar, planta suministradora de energía por excelencia, con rendimientos mundiales promedio que pueden alcanzar 58 t/ha/año, con ciclos de rotación de seis a siete años. El destino principal de esta gramínea ha sido la producción de azúcar para el consumo humano. La gran cantidad de productos y subproductos que se generan de la caña de azúcar, unido a la poca disponibilidad en Cuba de alimentos tradicionales destinados a la producción porcina, fueron razones que motivaron el estudio de las posibilidades nutricionales de los productos y subproductos derivados de esta planta por parte de los investigadores del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba.

Diversos son los alimentos derivados de la caña de azúcar que presentan características nutricionales

adecuadas para la alimentación de la especie porcina. Se puede citar el jugo o guarapo, el azúcar de descarte o las barreduras, los diferentes tipos de mieles, las levaduras como fuentes de proteína, hasta los diversos alimentos desarrollados por vías biotecnológicas sencillas, que permiten potenciar la alimentación porcina, combinados con una importante participación de productos obtenidos en las áreas manejadas por los productores de cerdos.

En estos momentos, en que la producción azucarera cubana busca elevar sus niveles productivos y los cambios organizativos en la tenencia de la tierra demandan de importantes volúmenes de alimento para la producción animal, la aplicación de los resultados obtenidos en las investigaciones desarrolladas por el Instituto de Ciencia Animal constituye un gran logro ante la necesidad de disminuir importaciones, reducir los costos y garantizar de manera eficaz la seguridad alimentaria local.

Este artículo refiere los principales resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en el Instituto de Ciencia Animal desde su creación hasta el 2014, relacionadas con la utilización de los productos y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de los cerdos.

## ESTUDIOS ACERCA DE DISTINTOS TIPOS DE MIELES, OBTENIDAS A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS

A partir del jugo de la caña de azúcar es posible disponer industrialmente de varios tipos de mieles: miel rica, que contiene todos sus azúcares; miel integral, similar a la anterior pero con impurezas; miel A, que resulta de dejar 75 % del total de azúcar recuperable; miel B, con 70 % de azúcar recuperable, y miel C, final o melaza, con 58 % del total, cuando con la tecnología disponible no es posible extraer más sacarosa.

Trabajos llevados a cabo en el Instituto de Ciencia

Animal en el período 1966-1968 confirmaron las limitaciones de la miel final. Sin embargo, la miel rica, con digestibilidad aparente de 92 % para la materia seca, no presentó problemas y se empleó con éxito para sustituir completamente los cereales en las dietas para puercos entre 20 y 90 kg de peso vivo. Lo mismo sucedió con la miel final más azúcar (MacLeod *et al.* 1968), que tiene un contenido mayor de azúcar y menor de minerales y otros componentes que se encuentran en la miel final.

La miel rica se fabrica mediante la clarificación del guarapo (jugo de caña), su inversión parcial (para evitar la cristalización de la sacarosa) y finalmente su concentración hasta 80-85 °Brix. La clarificación, hecha mediante la adición de hidróxido de calcio, precipita ciertas impurezas (incluyendo ceras, gomas, caroteno, bagacillo, peptonas y otros componentes nitrogenados) que se eliminan por filtración. Este residuo insoluble se conoce como cachaza.

Debido a que el proceso de clarificación representa un costo adicional en el procesamiento de la caña (en la fabricación de alimentos para el ganado), interesaba conocer el valor alimentario de la miel preparada sin dicho proceso. Los estudios aconsejaron no utilizar la miel integral como única fuente energética en dietas para puercos en crecimiento, sino más bien, como sustituto parcial de la misma (Velázquez y Preston 1970).

Diéguez y Menchaca (1973) no obtuvieron diferencias significativas en ganancia diaria de peso vivo, conversión alimentaria ni consumo de alimento en comparaciones de miel rica con maíz, aunque concluyeron que el patrón de fermentación cecal en la dieta de miel rica era diferente al del maíz, con aumento en la concentración de los ácidos grasos volátiles.

Velázquez y Preston (1973) no observaron diferencias significativas en la ganancia diaria ni en la conversión de la materia seca en dietas de miel rica con niveles de proteína bruta de 10 a 21.6 % de la MS. La conversión proteica se redujo significativamente de 0.84 a 0.37.

Ly y Castro (1984) realizaron la comparación con la inclusión de la miel final en porcentajes similares a los del maíz y la miel rica, en cerdos de 60 a 90 kg de peso vivo. Estos autores informaron peores ganancias diarias y conversión para la miel final con reducción del consumo voluntario, al parecer debido a la ingestión excesiva de agua.

Posteriormente, en cerdos recién destetados a los 21 d de edad se comprobó la posibilidad de sustituir hasta 75 % del cereal del pienso por miel rica (Ly y Díaz 1979). Este resultado, corroborado con los diferentes tipos de mieles y en distintas categorías, con menores requerimientos de proteína que lo referido por los estándares internacionales, obedece sin dudas a que las mieles tienen menor densidad energética que los cereales. Esto posibilita la mejor utilización de la proteína a niveles más bajos, en los que se mantenga mejor relación energía-proteína y disminución de la necesidad de utilizar energía para la eliminación de productos del metabolismo de las proteínas. El estudio de la suplementación proteica a las dietas de miel rica continuó siendo objeto de interés por parte de los investigadores del Instituto. Lezcano y Elías (1975) y Lezcano (1976) mostraron la posibilidad de sustituir 100 % de las fuentes proteicas tradicionales de la dieta por levaduras *Saccharomyces* o *Torula*, sin diferencias en el comportamiento de los animales y la composición de la canal.

La miel final, por las ventajas económicas que representa al constituir un subproducto de la elaboración del azúcar, ha sido la más estudiada, y de la que más experiencia se posee en Cuba, en lo que respecta a su uso en la producción.

Castro (1976) y Marrero y Díaz (1976) señalaron que los cerdos podían alcanzar ganancias de 500 g diarios, independientemente de la diarrea fisiológica, al incluir niveles de miel final entre 65 y 73 % de la MS de la dieta.

Díaz (1977) corroboró estos resultados en hembras en desarrollo. Este autor demostró además, la posibilidad de utilizar niveles de proteína bruta de solo 235 g/d, y obtener hembras con buen desarrollo corporal y óptima tasa de ovulación.

El uso de aditivos que hagan más eficientes las dietas de miel final ha sido ampliamente desarrollado con fuentes de fibra (Savón 1984 y Díaz *et al.* 1985), sulfato de cobre (Castro *et al.* 1985), zeolita, selenio y vitamina E (Castro 1976). En algunos casos, se han logrado incrementos notables en el comportamiento de los animales.

En la alimentación de cerdas gestantes es donde mayor uso ha tenido la miel final, desde que Velázquez *et al.* (1978) no encontraron diferencias en el comportamiento reproductivo entre cerdas alimentadas con dietas de cereales o dietas basadas en miel final (67 % en BH).

Otros investigadores (Díaz 1977) utilizaron la miel final como única fuente energética y obtuvieron buen comportamiento reproductivo, pero bajas ganancias de peso (total y neta) en la gestación y, por lo tanto, un balance negativo de peso, muy bajo. Estas condiciones, después de varios ciclos reproductivos, podrían limitar la productividad y el tiempo de explotación de las reproductoras.

También se observaron aspectos interesantes con el uso de este sistema de alimentación, como ha sido el bajo peso de las crías al nacer y la imposibilidad de incrementar la ganancia de peso en gestación, con incremento en el consumo de miel final.

La relación lineal significativa ( $P < 0.001$ ) establecida entre la ganancia de peso total y la ganancia en los primeros 60 d de gestación evidencia que la ganancia de peso en los primeros dos meses de gravidez representa 58 % de la ganancia total ( $Y = 0.19 + 0.59 x$ ). Si se considera que es en ese período cuando más se manifiesta el anabolismo de la gestación, y cuando las cerdas acumulan más reservas que serán movilizadas durante la lactancia, se puede comprender el bajo peso con el que los animales terminaron esta etapa, ya que por lo general pierden más peso que el que acumulan durante la gestación, como demostraron Velázquez y Díaz (1987). Esto, sin dudas, está condicionado por la baja densidad energética de este producto.

Los estudios realizados con diferentes niveles de proteína (Díaz 1977) corroboraron lo obtenido con dietas tradicionales, al no variar el comportamiento reproductivo cuando se disminuyó (de 280 a 130 g) el consumo de proteína bruta, aunque las ganancias de peso en la gestación se mantuvieron bajas.

## INVESTIGACIONES EN BIOQUÍMICA Y FISIOLÓGÍA

Desde el punto de vista de la bioquímica y la fisiología de la nutrición, distintos aspectos relacionados con las mieles como única fuente de carbohidratos han sido abordados por distintos autores cubanos, desde los primeros estudios relacionados con las características de la digestión de dietas de miel rica (Ly 1971) o miel final (Savón 1984), o de estas mismas dietas mezcladas con levadura *torula*, como única fuente proteica (Carrillo 1971 y Boucourt 1982). Entre los resultados más relevantes se ha hallado que, en general, las mieles de caña suelen determinar altos índices de digestibilidad de la MS dietética, cuando los cerdos se alimentan con dietas como fuente principal de carbohidratos.

Solo al comparar las distintas mieles entre sí, es posible constatar que mientras más ricas sean en carbohidratos, más digestibles resultan. Por otra parte, a diferencia de la miel final, otras mieles de caña, como la miel rica, en las que no se ha agotado la extracción de azúcar, no determinan efecto laxante alguno, ni en animales recién destetados ni en crecimiento y ceba. Unido a ello, se ha hecho notoria una mejora evidente en los rasgos de comportamiento de interés económico (MacLeod *et al.* 1968 y Ly y Castro 1984).

Se ha comprobado que la disminución de la MS fecal en cerdos que consumen miel final como fuente energética principal está estrechamente relacionada con la disminución del tiempo de retención de digesta (Marrero y Ly 1977b y Ly 1984), esencialmente en el intestino grueso (Ly 1985). Las causas que pueden originar este fenómeno han sido expuestas en distintos momentos.

La anulación de la diarrea, por el hecho de diluir miel final con azúcar crudo, condujo a la hipótesis inicial de que de esta forma el contenido de potasio de la miel final disminuía obviamente, y que las diarreas producidas por altos niveles de miel final se debían a un choque originado por la excreción de grandes cantidades de iones potasio (Preston y Willis 1969). Posteriormente, esta hipótesis evolucionaría al incluir al magnesio como un agente causante de la diarrea (Savón 1984). Sin embargo, la sustitución de miel final por azúcar no solo diluye la fracción mineral, sino que enriquece de hecho la dieta con azúcares muy digestibles.

Otra manera de enfocar el efecto de la miel final se pudiera deducir de los resultados de Velázquez y Preston (1970), al comparar la respuesta de cerdos alimentados *ad libitum* con miel rica o con miel integral. Velázquez y Preston (1970) hallaron que con la miel rica las excretas fueron más secas (MS 41 %) que con la integral (MS 22 %). Unido a ello, comprobaron que con la miel rica los rasgos de comportamiento mejoraron evidentemente. Como se sabe, la diferencia entre estos dos tipos de mieles reside en que la miel integral es una miel rica sin clarificar, o lo que es lo mismo, esta miel no ha sido sometida a un proceso de extracción de

impurezas. Debe asumirse que aun con la clarificación, estas impurezas no se eliminan en su totalidad, y que durante la subsiguiente separación del azúcar, ellas se concentrarán paulatinamente, de forma que pueden constituir, al menos, 25 % de la miel final en base seca, algo más que el doble de la concentración mineral en este mismo tipo de miel.

La hipótesis inicial de Velázquez y Preston (1970) acerca de que el origen de la excesiva humedad de las excretas de los cerdos alimentados con miel integral se encuentra en las impurezas, que habitualmente se eliminan con la cachaza, es perfectamente compatible con todo tipo de miel, desde la rica hasta la final, que representan mieles con un mínimo o un máximo nivel de impurezas.

Esto último también ha sido comprobado mediante la dilución de la miel final con miel rica (Marrero y Ly 1977a). Todas estas evidencias, aunque no han dado una respuesta teórica completa al problema del efecto laxante de la miel final, sí han abierto opciones biológicamente viables, que no reducen la densidad energética de la dieta, como es el caso de materiales poco digestibles, como son las diferentes fuentes fibrosas (Lassota 1969 y Rodríguez *et al.* 1988).

El uso de grandes proporciones de mieles de caña en la alimentación porcina implica la sustitución del almidón por la sacarosa, como principal carbohidrato dietético. Esto determina, más que los cambios que ocurren en la digestión, una modificación dietética en el perfil metabólico. Ello se puede explicar porque las diferencias existentes en la densidad energética de la amilosa o la amilopectina y la sacarosa desaparecen durante el proceso digestivo. Sin embargo, todo parece indicar que en el cerdo, la pared intestinal es incapaz de convertir cuantitativamente fructosa en glucosa, sino que más bien la primera de estas dos hexosas ingresa en el organismo como tal (Ly 1974) o al mismo tiempo, en forma de ácido láctico (Bjorkman *et al.* 1934).

Por consiguiente, se debe esperar que el metabolismo hepático desempeñe un trabajo preponderante en la síntesis de nuevo de glucosa. Este hecho es probable que esté relacionado con la disminución en la eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable de la fructosa en otras especies no rumiantes y probablemente, en el cerdo. Es posible que esta circunstancia sí contribuya a establecer una diferencia desventajosa para la sacarosa, con respecto al almidón en el plano energético.

Algunos indicadores del desaprovechamiento metabólico de la fructosa pudieran ser también las pérdidas urinarias de fructosa, de 3-5 % de la consumida, y no de glucosa (Ly y Velázquez 1970), a pesar de que la primera de estas dos hexosas siempre está presente en menores concentraciones sanguíneas que la glucosa (Ly 1974).

La posibilidad de un estado de acidosis metabólica

compensada ha sido demostrada en cerdos alimentados con miel final o aun en mezclas de sacarosa, glucosa y fructosa como fuente de carbohidratos, a partir de los resultados de Savón *et al.* (1987). Tal vez la caída del pH sanguíneo no se deba a la composición electrolítica de la miel final, sino a la producción de ácido láctico a partir de la fructosa en condiciones postprandiales. En este sentido, la miel final no influye en el perfil sérico de electrolitos (Savón *et al.* 1989). Los cambios de este tipo han originado, en otras condiciones, disminución en el consumo voluntario de alimento y trastornos óseos, que no han sido estudiados en los sistemas de alimentación porcina con dietas de mieles. En realidad, se evidencia que el patrón de consumo de las dietas de mieles es particularmente característico en los cerdos (Ly y Castro 1984).

Los datos de Marrero y Ly (1976) pudieran ilustrar las peculiaridades de la ceba *ad libitum* de los cerdos alimentados con dietas de mieles, en la que durante la última etapa de esta ceba con respecto a la primera, puede disminuir evidentemente el consumo voluntario de alimento. Estas características de las mieles son muy desventajosas en la ceba de los cerdos, puesto que solo mediante la elevación del consumo voluntario por encima de lo habitual, se podría compensar la menor densidad energética de las dietas de mieles, con respecto a las de cereales y granos.

Díaz *et al.* (1989) demostraron que era posible utilizar también la miel B en las cerdas lactantes, al no encontrar diferencias entre tratamientos en el comportamiento de las cerdas y sus camadas, cuando sustituyó totalmente

la fuente cereal en la dieta de estos animales.

Los años dedicados al estudio de las mieles de caña en la alimentación porcina por parte del Instituto de Ciencia Animal, desde su creación, y por otras entidades cubanas, aportan gran cantidad de información acerca de las características nutricionales, fisiológicas y de manejo de este alimento que no se ha usado tradicionalmente en altos niveles en la alimentación de esta especie. Este conocimiento posibilita que en la actualidad países productores de caña de azúcar, como es el caso de Cuba, puedan desarrollar sus planes de producción con un uso intensivo de estos productos como principal fuente energética, mezclados con crema de levadura torula (elaborada a partir de vinazas de destilería) para formar un alimento rico en energía y proteína.

Los aspectos económicos derivados del precio de los cereales, que condicionan la necesidad de producir carne con dietas no convencionales en los países tropicales, avalan la importancia de los estudios desarrollados con este sistema de alimentación en Cuba. Aunque durante años no se tuvieron en cuenta las mieles más enriquecidas en azúcar en investigaciones acerca de la alimentación porcina, recientemente se ha retomado esta línea de producción, a partir de la miel B para cerdos en crecimiento-ceba y cerdas gestantes, debido a las ventajas económicas que implican en el contexto actual, en cuanto a los precios del azúcar. Con esta variante también se produce azúcar de buena calidad para el consumo humano, además de miel de alto valor nutritivo, comparable con el maíz, cuando se utiliza en la alimentación de cerdos.

## ESTUDIOS REALIZADOS CON EL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

El uso de la caña de azúcar, molida y deshidratada hasta adquirir la condición de harina, ha sido una opción que se ha probado, y que ofrece perspectivas de utilización en la alimentación de los cerdos.

Lamazares *et al.* (1988) estudiaron la sustitución parcial de los cereales por harina de caña en lechones, desde el destete (33 d de edad) hasta los 68 d. Estos autores no encontraron diferencias significativas en el comportamiento de los animales para los tratamientos en estudio (0, 10, 20 o 30 % de harina de caña), con mínimo de mortalidad durante la prueba, y consumo de alimento similar en todos los niveles de inclusión estudiados. La posibilidad de convertir la caña de azúcar en harina favorece su almacenamiento y permite que se use de manera más racional, al ofrecerla a los cerdos en forma de pienso.

El patrón de consumo, indicadores macro y micromorfométricos del tracto gastrointestinal y algunas mediciones digestivas se estudiaron en cerdos que consumieron durante cinco semanas, a partir del destete, 20 y 40 % de caña deshidratada (8 y 12 % de FC, 19 y 28 % de FND) como sustituto de los cereales. La

frecuencia, tiempo y velocidad de ingestión, así como el consumo durante la primera hora después de suministrarse, no difirieron entre el control y 20 % de caña, y disminuyeron para 40 % (Rodríguez *et al.* 1991).

Los estudios de morfometría mostraron mayor contribución del estómago y, en menor grado, del intestino grueso con la inclusión de la harina de caña. En el estómago se indican valores inferiores para el aumento de peso y volumen de la mucosa, indicadores de un efecto positivo del tratamiento en el peso y el área, y de un mayor volumen del músculo con 40 %. Esto, unido a otros resultados (Rodríguez *et al.* 1988), indica que el efecto se asocia a la musculatura y por tanto, a la motilidad y cambio.

El pasaje prececal aumentó con la inclusión de caña. Sin embargo, hubo evidencia de mayor retención de materia seca en el intestino grueso, con 20 % (Rodríguez *et al.* 1989). Los resultados indicaron que 19 % de FND, a partir de la harina de caña deshidratada (19 %) en dietas de cereales puede ser tolerado, y hasta favorable para el cerdo destetado.



## UTILIZACIÓN DE LA SACCHARINA EN CERDOS

Otro producto de gran importancia y posibilidades nutricionales y económicas para la alimentación porcina se desarrolló a partir de la fermentación en estado sólido en el Instituto de Ciencia Animal durante la última década del siglo XX (Elías *et al.* 1990). Con este proceso biotecnológico se logra corregir la escasez de proteína en la mayoría de los productos provenientes de la caña de azúcar, lográndose un producto denominado Saccharina, que puede alcanzar valores de proteína comparables a los cereales, aspecto de gran importancia para el trópico.

A pesar de que este resultado tiene gran importancia productiva y económica para la seguridad alimentaria del país, aún no se ha considerado una fortaleza para aumentar la producción de carne porcina (y otras especies) con un recurso natural, suficientemente representado, cultural y abundantemente en toda la geografía nacional, con el que se pudiera disminuir parte de la dependencia de alimentos importados para la producción animal, que representa para la economía cubana una cantidad considerable de sus divisas.

Los primeros resultados demostraron que la incorporación de hasta 20 % de Saccharina en la alimentación de lechones destetados a 33 d de edad no alteraba el comportamiento de los animales (Lezcano *et al.* 1990). Para cerdos con 61 d y 13 kg de peso vivo inicial, fue factible incluir hasta 30 % de Saccharina de caña en el pienso, como sustituto de los cereales, sin encontrar diferencias en la ganancia diaria de peso ni en el peso vivo final a los 96 d de edad.

En estudios posteriores con hembras en desarrollo, alimentadas con pienso comercial importado y miel B, se constató que la inclusión de 40 % de Saccharina como sustituto de los cereales del pienso permitía alcanzar 92.3 kg de peso vivo promedio, en 110 d de estancia, con ganancia diaria de peso vivo de 538 g (Díaz *et al.* 1990).

Tiempo después, Díaz *et al.* (1997a) plantearon utilizar 60 % de Saccharina en el suplemento de cerdas gestantes que consumen miel B, desde su primer ciclo reproductivo, aunque aún no recomendaban su continuidad en la lactancia, al menos en niveles tan altos.

Trabajos diseñados para la ceiba porcina mostraron la posibilidad de emplear hasta 36 % de Saccharina, aunque se evidenció la necesidad de mejorar el suministro de energía. No obstante, los animales alcanzaron como promedio 107 kg de peso vivo final en 112 d (Castro *et al.* 1990).

Se han estudiado diversas combinaciones de Saccharina con otros alimentos que elevan el tenor energético para lograr su mejor utilización. Entre los trabajos realizados puede citarse el de Rodríguez (2004), quien realizó la fermentación en estado sólido con boniato, y logró mejorar considerablemente la calidad nutricional de la nueva Saccharina.

Ly y Castro (1995) concluyeron que la inclusión de Saccharina en la dieta influye más en el aprovechamiento de la energía de los cerdos, si la inclusión alcanza sólo el 20 % del alimento, con respecto al aprovechamiento del nitrógeno dietético.

Debido a que el componente fibra pudiera influir negativamente en la utilización de concentraciones mayores de Saccharina en las diferentes categorías porcinas, se consideró elaborar este producto de dos formas diferentes: raspando la caña como se prepara para la extracción del jugo en las guaraperas o eliminando totalmente su cáscara o corteza, que es la parte que más fibra aporta al producto. Con esto, se logró disminuir significativamente, casi 50 % del total de la fibra, incluyendo la lignina, además de incrementar la proteína. Esto representa un paso importante para la utilización de la Saccharina por parte de los animales monogástricos (Díaz *et al.* 1997b).

Las investigaciones y resultados obtenidos con la utilización de la Saccharina constituyen, después de 50 años, importantes elementos para obtener producciones cada vez más satisfactorias y acordes con la realidad económica del país, y que permitirán contribuir de forma eficaz a cubrir las necesidades alimentarias de la población. De esta forma, la caña de azúcar, sus productos y subproductos contribuirán también al aporte nutricional de los cubanos.

## UTILIZACIÓN DE OTROS PRODUCTOS NO TRADICIONALES

Aunque las principales investigaciones se han centrado, fundamentalmente, en la utilización de los productos y subproductos de la agroindustria azucarera, se han estudiado también otros productos que han contribuido a enriquecer las fuentes de alimentación para cerdos en diferentes categorías.

García y Lezcano (1987) evaluaron la carnaza como fuente de proteína para cerdos en crecimiento. En el estudio determinaron el coeficiente de utilización digestiva (CUD) de los principales nutrientes y la eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) en los cerdos alimentados con cuatro niveles de carnaza: 0, 34,

66 y 100 % de sustitución del suplemento proteico. Los autores concluyeron que es necesario suplementar con aminoácidos sintéticos, cuando se emplee este producto en los cerdos en crecimiento, debido al desbalance en este componente esencial para estos animales.

Otro producto investigado fue el Vitafert, obtenido a partir de la fermentación aerobia de una mezcla de caña de azúcar molida, gallinaza, urea y premezcla de minerales (Elías 1993). Díaz *et al.* (1996) lo evaluaron en sustitución parcial de los cereales de la dieta en cerdos durante la preceba y recomendaron la inclusión hasta de 20 % de Vitafert con ventajas económicas, sin detrimento

en el desempeño de los cerdos.

Lezcano y Castañeda (2000) estudiaron la sustitución parcial del pienso por residuos proteicos de destilerías de alcohol (RPD), provenientes del proceso de fermentación que contiene levadura *Saccharomyces cerevisiae*, parte del sustrato donde se desarrollan y en el que existen enzimas, péptidos, aminoácidos, vitaminas y otros productos de este proceso y del catabolismo de los microorganismos que participan. Los niveles evaluados fueron 0, 10 y 20 % durante las primeras cinco semanas postdestete. Estos autores no obtuvieron diferencias entre tratamientos para el peso vivo, la ganancia diaria y la conversión en base seca del alimento durante la etapa en que consumieron los RPD, por lo que consideraron favorable la sustitución del pienso por 20 % de este producto para la alimentación de los cerdos en crecimiento. En esta categoría, determinaron además el balance de nitrógeno (N) y energía con los mismos niveles de sustitución y encontraron que no se afectó negativamente la digestibilidad del N ni de la energía con el mayor nivel (20 %), lo que coincide con los resultados de comportamiento antes obtenidos (Lezcano y Castañeda 2002).

Lezcano y Achang (2002) probaron los RPD durante la etapa de ceba (50-90 kg) en dietas de pienso y miel B. En esta categoría, emplearon 0, 30 y 60 % de RPD en sustitución del pienso y lograron un comportamiento productivo favorable con 30 % de sustitución en la etapa final de ceba. El uso de los RPD constituye una alternativa regional para la alimentación porcina en Cuba.

Otros estudios realizados se relacionan con las vignas. En ellos se determinaron las posibilidades de la *Vigna unguiculata* vc. INIFAT-93 como fuente de proteína para cerdos en crecimiento (Castro *et al.* 2002). Los autores informaron que el nivel óptimo de inclusión es de 12.8 %, en función del requerimiento de proteína de los animales, lo que permite la sustitución de 20 % de la harina de soya utilizada en las dietas para esta categoría porcina, con indicadores biológicos y económicos favorables para las condiciones de Cuba. Estos resultados demuestran que también las vignas constituyen una alternativa de alimentación para los cerdos, dadas las ventajas agronómicas de este cultivo.

Los lodos fermentados también constituyeron objeto de investigaciones realizadas en el instituto. Lezcano *et al.* (2004) realizaron un balance de nutrientes, al sustituir trigo y soya por cuatro niveles 0, 10, 20 y 30 % de este producto, y midieron la digestibilidad de la energía, el nitrógeno, el calcio y el fósforo, así como su retención en cerdos en crecimiento. Posteriormente, Lezcano *et al.* (2005) evaluaron estos niveles en el comportamiento productivo de cerdos de esta misma categoría, y concluyeron la posibilidad de sustituir 10 % de trigo y harina de soya por lodo fermentado, con mejora en la conversión del pienso en esta categoría,

por lo que los lodos representan también otra fuente de alimentación para cerdos.

Más recientemente (Martínez *et al.* 2008) se han llevado a cabo estudios con los granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS, por sus siglas en inglés) de maíz provenientes de las plantas de etanol, ubicadas fundamentalmente en el cinturón maicero de los Estados Unidos. Este subproducto se ha evaluado de forma integral en cerdos en crecimiento y reproductoras. Las investigaciones en la primera categoría mencionada abarcaron la fisiología digestiva, la salud, el comportamiento productivo y el balance de nutrientes, además de un análisis económico de las dietas empleadas. Los resultados evidenciaron la posibilidad de incluir hasta 20 % de DDGS con la sustitución parcial de maíz, soya y fosfato dicálcico, con similar comportamiento productivo con respecto al control, y con una reducción marcada de la presentación de diarreas y la mortalidad, unido a ventajas económicas para la producción de cerdos en crecimiento. Posteriormente se determinó el efecto de estos niveles en la excreción de nutrientes y se corroboraron los resultados antes mencionados (Martínez *et al.* 2010).

Con relación a la evaluación de los DDGS en reproductoras, se evaluó su inclusión en niveles de 0, 20, 40 y 60 % en cerdas gestantes durante dos ciclos reproductivos y 0, 10 y 20 y 30 % en cerdas lactantes. En las primeras se lograron buenos resultados con 60 % de inclusión y sin afectaciones negativas en las cerdas y su descendencia durante la lactancia, además de la reducción en los costos de las dietas, al incluir el subproducto. En las cerdas lactantes, con 30 % de inclusión se lograron indicadores de comportamiento favorables, y se obtuvo además incremento en la producción láctea de las cerdas hacia la tercera semana, lo que se correspondió con el aumento del peso de la crías en esa etapa. En ambas categorías, los resultados alcanzados están 10 % por encima de lo recomendado en la literatura para los DDGS, y constituyen una alternativa nutricional atractiva y económica, ya que se pueden sustituir parcialmente tres de los componentes más costosos en las dietas para cerdos: soya, maíz y fosfato dicálcico (Martínez 2011).

A partir del año 2014 se han retomado varias investigaciones relacionadas con las fuentes de proteínas alternativas, debido al gran incremento de precio que ha tenido la harina de soya. Al respecto, Ly y Pok (2014) realizaron una revisión de los resultados obtenidos con la morera (*Morus alba*) entre 1993 y 2003. Estos autores incorporaron datos de estudios de su autoría acerca del uso del follaje, con recomendaciones de entre 20 y 25 % de inclusión en la ración de cerdos. Hoy se trabaja en varios proyectos interinstitucionales para optimizar el uso de la morera que, sin dudas, constituye otra alternativa viable para la alimentación de esta especie.

## CONSIDERACIONES FINALES

Se dispone de una amplia gama de productos y subproductos con posibilidades de formar parte de la dieta de los cerdos. Se han estudiado muchas otras fuentes, en colaboración con otras instituciones y mediante el desarrollo de tesis de maestría y doctorado, cuyos

resultados forman parte del saber de los investigadores, especialistas y técnicos del Instituto, durante estos 50 años de creación, que se hallan a disposición de todo el que desee conocer acerca de estos aspectos.

## REFERENCIAS

- Bjorkman, C., Crump, M. & Phillips, R.W. 1934. Intestinal metabolism of orally administered glucose and fructose in Yucatan miniature swine. *J. Nutr.* 114:1413
- Boucourt, R. 1982. Digestibilidad de la proteína de la levadura torula en cerdos alimentados con dietas de miel final de caña. Tesis Dr. C. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Carrillo, O. 1971. Yeast digestion in pigs. Tesis M.Sc. Universidad de La Habana, Cuba.
- Castro, M. 1976. Uso de distintos aditivos para mejorar la utilización de las dietas de miel final en la producción porcina. PhD Thesis. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Castro, M., Díaz, J., Castañeda, J., Báez, L., Hernández, L., Ly, J., Cabrera, J. & Cino, D.M. 2002. A nutritional alternative as protein source for growing pigs: *Vigna unguiculata* cv INIFAT-93. *Cuban J. Agric. Sci.* 36:337
- Castro, M., Díaz, J., Lezcano, P., Elías, A. & Iglesias, M. 1990. Feeding systems for fattening pigs fed molasses B diets and Saccharina feed. *Cuban J. Agric. Sci.* 24:93
- Castro, M., Garrido, A. & Iglesias, M. 1985. The utilization of copper sulphate in growing-fattening pigs fed final molasses diets. *Cuban J. Agric. Sci.* 19:27
- Díaz, J. 1977. Efecto del nivel de proteína en dietas de miel final sobre el crecimiento y reproducción de cerdos. Tesis Dr. C. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Díaz, J., Casas, A. & Tuero, O. 1985. Different levels of bermuda hay meal in final molasses diets for gilts. *Cuban J. Agric. Sci.* 19: 187
- Díaz, J., Lezcano, P. & Román, B. 1989. Molasses B for lactating sow feeding. *Cuban J. Agric. Sci.* 23:14
- Díaz, J., Elías, A. & Castañeda, S. 1990. A note on the use of different levels of final molasses and feed with Saccharina for pregnant sows. *Cuban J. Agric. Sci.* 24:195
- Díaz, J., Castellón, A. & Román, B. 1997a. Saccharina levels during pregnancy and lactation of sows in the first two reproductive cycles. *Cuban J. Agric. Sci.* 31:55
- Díaz, J., Castro, M., Pérez, N. & Achán, J. 1997b. A note on the bromatological composition of Saccharina from peeled or scraped sugar cane. *Cuban J. Agric. Sci.* 31: 295
- Díaz, J., Elías, A. & Achan, J. 1996. A note on the study of Vitafert (sugar cane + poultry manure) levels in pre-fattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 30: 301.
- Diéguez, F. & Menchaca, M. 1973. Performance test son pigs fed maize or high-test molasses as the energy source. 1. Interrelationships among growth traits. *Cuban J. Agric. Sci.* 7:287
- Elías, A. Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1991. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento protéico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Sacharina). *Rev. Cubana de Cienc. Agric.* 24:1
- García, H. & Lezcano, P. 1987. Biological evaluation of some nutrients of the fleshings used as protein source for growing pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 21: 153.
- Lamazares, E., Lezcano, P., Elías, A. & Valdés, E. 1988. Parcial sustitución de cereales by dehydrated sugar cane meal for prefattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 22:183
- Lassota, L. 1969. Use of bagasse pith for decreasing diarrhea in pigs fed final molasses. *Cuban J. Agric. Sci.* 3:74
- Lezcano, P. 1976. Utilización de levaduras cubanas como suplementos proteicos en dietas a base de mieles en la alimentación porcina. Tesis Dr. C. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Lezcano, P. & Achang, J. 2002. Partial substitution of feeds by protein residues from alcohol distilleries for fattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 36:55
- Lezcano, P. & Castañeda, S. 2000. A note on the partial substitution of concentrates by protein residues from alcohol distilleries for pre-fattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 34: 37
- Lezcano, P. y Castañeda, S. 2002. Nitrogen and energy balance in pigs fed different levels of residues from alcohol distilleries. *Cuban J. Agric. Sci.* 36:139
- Lezcano, P. & Elías, A. 1975. Performance of pigs fed different levels of saccharomyces yeast substituting fish meal in molasses diets. *Cuban J. Agric. Sci.* 9:299
- Lezcano, P., Elías, A., Lamazares, E. & Achán, J. 1990. Saccharina inclusion levels in feeds for pre-fattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 24:87
- Lezcano, P., González, R. & Achan, J. 2004. Balance of nutrients in pigs fed fermented mud. *Cuban J. Agric. Sci.* 38: 389
- Lezcano, P., González, R. & Achan, J. 2005. Partial substitution of wheat and soybean by anaerobic swine muds for the feeding of growing fattening pigs. *Cuban J. Agric. Sci.* 39:193
- Ly, J. 1971. Contribución al estudio de la digestión de mieles en el cerdo joven. Tesis de Maestría. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba
- Ly, J. 1974. Peripheral circulation of hexoses during the digestion of high-test molasses in the pig. *Cuban J. Agric. Sci.* 8:53
- Ly, J. 1984. Pig fattening with sugar cane molasses. 2. Digestibility indices and passage along the gastrointestinal tract. *Cuban J. Agric. Sci.* 18:163
- Ly, J. 1985. Large intestine digestion of pigs fed molasses. 2. Passage of digesta. *Cuban J. Agric. Sci.* 19:35
- Ly, J. & Castro, M. 1984. Pig fattening with sugar cane molasses. 1. Performance traits and consumption pattern. *Cuban J. Agric. Sci.* 18:35
- Ly, J. & Castro, M. 1995. Studies on the utilization of different types of Saccharina for pigs. N and energy balance. *Cuban J. Agric. Sci.* 29:191



- Ly, J. & Díaz, J. 1979. The use of high-test molasses for weaning piglets. 2. Some digestive indices. Cuban J. Agric. Sci. 13:39
- Ly, J. & Lezcano, P. 1980. A note on the digestibility by growing pigs of certain nutrients and energy in maize on molasses-based diets. Trop. Agric. (Trinidad) 57:91
- Ly & Pok, S. 2004. Use of mulberry foliage for pigs in the integrated tropical system. Cuban J. Agric. Sci. 48:63
- Ly, J. & Velázquez, M. 1970. Some observations on blood glucose levels in pigs given diets based on final molasses and sugar, high-test molasses or grain. Cuban J. Agric. Sci. 4:195
- Martínez, M. 2011. Evaluación de los granos de destilería secos con solubles en la alimentación de cerdos en crecimiento y reproductoras porcinas. Tesis Dr. C.
- Martínez, M., Castro, M., Savón, L., Ayala, L., Castañeda, J., Hernández, L. and Achan J. 2010. Effect of distiller's dried grain with solubles (DDGS) on the excretion of nutrient in growing pigs. Cuban J. Agric. Sci. 44:379
- Martínez M., Castro, M., Savón, L., Lázara, A., Castañeda, J., Hernández, L. & Achan, J. 2008. Assessment of distiller's dried grains with solubles (DDGS) in the productive performance and health indicators of growing pigs. Cuban J. Agric. Sci. 42: 387
- MacLeod, N.A., Preston, T.R., Lassota, L.A., Willis, M.B. & Velázquez, M. 1968. Molasses and sugar as energy sources for pigs. Cuban J. Agric. Sci. 2:205
- Marrero, L. & Díaz, C.P. 1976. The use of final molasses and rice by-products in diets for growing pigs. Cuban J. Agric. Sci. 10:161
- Marrero, L. & Ly, J. 1976. Effect of different proportions of high-test molasses in diets for growing pigs. 1. Performance and carcass composition. Cuban J. Agric. Sci. 10:41
- Marrero, L. & Ly, J. 1977a. Miel rica y miel final para cerdos en crecimiento. Digestibilidad de nutrientes, energía y retención de agua. VI Reunión ALPA. p. 121
- Marrero, L. & Ly, J. 1977b. Digestibilidad y tiempo de retención de digesta en cerdos alimentados con miel rica y miel final. VI Reunión ALPA p. 120
- Marrero, L. & Ly, J. 1977c. An approach to water metabolism in pigs fed sugar cane final molasses. 1. Main routes of water excretion and digestibility of proximal nutrients. Cuban J. Agric. Sci. 11:39
- Preston, T.R. & Willis, M.B. 1969. Azúcar de caña como fuente de energía para la producción de carne. Comunicación Técnica No.2. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p. 22
- Rodríguez, N., Boucourt, R., Lamazares, E. & Larduet, R. 1989. Índices del patrón de consumo en lechones alimentados en dietas de harina de caña. Rev. Cubana Cienc. Agric. 23: 299
- Rodríguez, N., Boucourt, R. & Riverí, S. 1988. Digestive indicators in pigs consuming high final molasses levels with the addition of fiber. 1. Apparent digestibility. Cuban J. Agric. Sci. 22:73
- Rodríguez, N., Boucourt, R., Terry, I. & Elizarde, S. 1991. Indicadores digestivos del tracto de cerdos destetados que consumen harina de caña deshidratada. Rev. Cubana Cienc. Agric. 25:47
- Rodríguez, Z. 2004. Uso del boniato (*Ipomoea batata* Lam) en la tecnología de fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Dr. C. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 2, 2015.
- Savón, L. 1984. Algunos aspectos del metabolismo mineral en cerdos alimentados con miel final. Tesis Dr.C. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Savón, L., Alvarez, R.J., Díaz, C.P., Martínez, G. & Iglesias, M. 1989. Blood electrolytes in pigs fed final molasses and a modified mineral premix during the fattening period. Cuban J. Agric. Sci. 23:181
- Savón, L., Alvarez, R.J., Larduet, R. & Martínez, G. 1987. Blood electrolytic composition and acid base balance in pigs fed high levels of sugar cane final molasses. Cuban J. Agric. Sci. 21:273
- Velázquez, M. & Díaz, J. 1987. Alimentación de puercas y cochinitas con mieles como fuente de energía. La melaza como recurso alimenticio para la producción animal. Fundación Internacional para la Ciencia, Camagüey, Cuba
- Velázquez, M., Dubé, F. & Cruz, N. 1978. Estudio comparativo de cerdas alimentadas durante la gestación con miel final o cereales como fuente de energía. Cienc. Téc. Agric. Ganado Porcino 1 (1):21
- Velázquez, M. & Preston, T.R. 1970. High-test and integral molasses as energy sources for growing pigs. Cuban J. Agric. Sci. 4:55
- Velázquez, M. & Preston, T.R. 1973. Protein levels in molasses-based diets for fattening pigs. Cuban J. Agric. Sci. 7:323

**Recibido: 10 de diciembre de 2014**