

# Producción de alimentos y energía para la seguridad y soberanía alimentaria

María Felicia Díaz<sup>1</sup>, Jesús Suárez<sup>2</sup>, Rafael S. Herrera<sup>1</sup> y Giraldo Martín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia Animal (ICA). Mayabeque, CUBA

<sup>2</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH). Matanzas, CUBA

La aplicación de sistemas de producción ganaderos para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria se basa en la concepción holística y sistémica de obtener alimentos alternativos sobre bases agroecológicas.

El objetivo principal es incrementar y preservar la biodiversidad; fortalecer la resiliencia; reducir los riesgos de contaminación, y gestionar de forma integrada la sanidad agropecuaria con la finalidad de abrir oportunidades en el sector productivo, propiciar la adaptación al cambio climático y mitigar sus efectos, así como producir alimentos y energía en la misma área a partir de fuentes renovables.

.....  
Otros autores: <sup>1</sup> Arabel Elías, Pedro Carlos Martín, Omar Martínez, Pedro Lezcano, Emilio Castillo, Lourdes Savón, Juana Galindo, Eulogio Muñoz, Madeleydis Martínez, Sandra Lok, Daiky Valenciaga, Carlos Policarpo Díaz, Humbeto Jordán, Raúl Mejías, Joaquín Plaza, Rolando Ibalmea, Rogelio Gonzalez, Orlando Fundora, René Stuart, Juan B: Michelena, Es-melanda Lon Wo, Manuel Castro, Manuel Valdivié, Bárbara Rodríguez, Katia Hidalgo, Mayuly Martínez, Yanelis García, Yaneisi García, Yohandra Marrero, Areadne Soza, Tomás Ruiz, Roberto García López, Duniesky Rodríguez, Arellys Vázquez, Luís Dihigo, Odilia Gutiérrez, César Padilla y Gustavo Crespo.

<sup>2</sup> Félix Ojeda, Onel López, Milagros de la C. Milera, Marcos Esperance, Luis Cepero , Osmel Alonso y Dairom Blanco.

Respecto a la producción de alimentos alternativos, éstos se pueden agrupar de acuerdo con los valores bromatológicos y/o nutritivos que predominan en su composición: energéticos (granos de cereales y sus subproductos, las raíces y tubérculos, la caña de azúcar y sus derivados, los aceites y las grasas); proteínicos (harinas de pescado, soya, girasol, de forrajeras arbóreas y las levaduras); voluminosos (los pastos, forrajes, pajas, hollejos de frutas cítricas y las cáscaras de café y cacao); aditivos (productos de origen tecnológico, conservantes, aglutinantes, entre otros), los nutricionales, vitaminas, aminoácidos y los zootécnicos, los mejoradores de la flora intestinal que se denominan probióticos, los promotores del crecimiento no microbianos y los que se basan en microorganismos.

Los resultados que se obtuvieron de los estudios realizados en Cuba con estos alimentos se abordan a continuación de manera resumida en tecnologías integrales de producción de leche y carne.

Existen resultados de más de 40 años de investigaciones con los alimentos voluminosos y, en particular, en los pastos y forrajes. Las evaluaciones han incluido la agrotecnia, con el empleo de altos y bajos insumos en lo referente a fertilización y el riego, el reciclaje de nutrientes en suelo, el valor nutritivo, el manejo de diferentes especies en pastoreo y en corte y acarreo, las cuales permitieron proponer más de 50 variedades comerciales y de ellas más del 70 % estudiadas en diferentes condiciones edafoclimáticas para su regionalización (Milera *et al.*, 2015).

Se realizaron prospecciones, debido al elevado número de especies naturalizadas de la familia Fabaceae, y además se introdujeron materiales foráneos. A partir de ese germoplasma se efectuaron investigaciones de carácter agronómico, potencial de producción de semilla y valor nutritivo, entre otras. Como especies sobresalieron: *Teramnus labialis* (L. f.) Spreng. cv. Semilla Clara, *Centrosema* híbrido CIAT-438, *Centrosema pubescens* Benth. SIH-129, *Arachis prostrata* Benth., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. CIAT-184, *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. cv. Siratro, *Lablab purpureus* (L.) Sweet cv. Rongai, y sus rendimientos en general promediaron las 10 t de MS/ha/año.

También resultó destacada por su adaptación *L. purpureus* leguminosa de ciclo corto que se puede establecer a finales del periodo lluvioso y utilizada en sistemas de pastoreo directo o como forraje en el periodo poco lluvioso sin riego. La rotación o los cortes se determinó que inician antes que la floración alcance el 10 %. Cuando se utiliza en pastoreo restringido, alternando con gramíneas mejoradas, permite producciones de 12 l de leche/vaca/día,

sin suplementación. Su inclusión en dietas basadas en ensilaje, al 30 % de la ración en días alternos como forraje verde, permite producciones de 10 kg de leche/vaca/día en el periodo poco lluvioso y su empleo garantiza incremento de 1.4 kg con respecto al grupo control (con concentrado) (Milera, 1989).

Las leguminosas herbáceas manejadas en bancos de proteína (BP) constituyen otra opción. *Neonotonia wightii* (Wight y Arn.) J.A. Lackey (glycine) con pastoreo en días alternos durante el periodo poco lluvioso sin riego, produjo entre 9 y 11 kg de leche/vaca/día (Milera *et al.*, 1989). Cuando un área de gramínea fertilizada en lluvia fue segregada para hacer ensilaje y formar parte de la dieta, durante el periodo poco lluvioso, la inclusión de la *N. wightii* conservada en forma de harina permitió sustituir a los concentrados para vacas lecheras y garantizar producciones superiores a 9 kg de leche/vaca/día (Milera y Figueroa, 1979).

*T. labialis* manejada como banco de proteína permitió obtener producciones de leche significativamente superiores (9.5 kg de leche/vaca/día) al grupo control sin la leguminosa (Milera *et al.*, 1996).

Con dietas basadas en *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon y S.W.L. Jacobs y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, ajustadas para suplir los requerimientos nutricionales de vacas con potenciales de producción de 10 kg de leche/vaca/día, la sustitución parcial o total de la caña de azúcar por pulpa de cítrico como complemento energético, mejoró los indicadores de la fermentación ruminal, la EM y la producción de ácidos grasos de cadena corta (López *et al.*, 2014).

La intensificación del estudio de los pastos y forrajes en Cuba, tanto con gramíneas como en leguminosas y sus asociaciones, permitió brindarle a la producción tecnologías agronómicas integrales. Durante años se evaluaron numerosas especies de pastos para el ganado productor de leche y carne. Con el pasto estrella, el King grass (*Cenchrus purpureus* Schumach) Morrone, las Bermudas cruzadas 1, 67, 68 y Callie, así como *Brachiaria*, las hierbas guinea común y likoni, y la pangola, se diseñaron tecnologías para su establecimiento y manejo en diferentes situaciones productivas, con recomendaciones de segregar el 25 % del área de pastoreo en la época de lluvia y obtener así el ensilado para la época de seca. Igualmente, la tecnología para mejorar la composición botánica y persistencia de los pastos, que consiste en el empleo de aradura y grada cuando la pureza del pastizal es igual o inferior al 45 %.

Para la producción de carne bovina se han elaborado tecnologías basadas en pastos sin riego, las cuales permiten producir entre 600 y 1 000 g de peso vivo por animal y con distintas razas. También se han logrado definiciones sobre métodos de manejo, número de cuartones, carga animal y suplementación proteico energética para diferentes situaciones. Estas tecnologías incluyen leguminosas en bancos de proteínas, muy demandadas en la actualidad en Cuba y en otros países tropicales de América Latina.

En pasto de guinea sin fertilización ni riego y un banco de proteína que ocupaba el 30 % del área total, se logró cebar toros Cebú durante dos ciclos completos, con ganancias de 530 g/día y carga de 2.3 animales/ha.

En la década de 1980 se utilizó *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, anteriormente *Pennisetum purpureum*, variedad King grass para el desarrollo del programa de fitotecnia de las mutaciones. Uno de los clones obtenidos, el Cuba CT-115, presentó características que permitieron su utilización en pastoreo (Martínez *et al.*, 1996). Este pasto fue probado con éxito y demostró ser un elemento indispensable en la solución del déficit de alimento en la época de seca.

La evaluación del pasto Cuba CT-115 para su posible utilización como banco de biomasa para la seca incluyó el estudio de sus curvas de crecimiento y calidad durante el periodo lluvioso. Desde el punto de vista de rendimientos de materia seca, se evidenció claramente que el Cuba CT-115 puede almacenar entre 20 y 25 t de MS en el periodo lluvioso, para ser utilizada en el periodo seco.

Los resultados anteriores permitieron diseñar una tecnología donde el 30% del área productiva de la finca se siembra con Cuba CT-115 y se maneja como reserva para el periodo seco y el 70 % restante debe disponer de pastos mejorados de ciclo corto (*Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon y S.W.L. Jacobs y *Cynodon nlemfuensis* y *Brachiaria*, sp.) para completar el sistema y lograr el equilibrio anual en la disponibilidad de pastos con 2.2 UA/ha como carga global (Martínez, 1998).

Esta tecnología con vacas 5/8 Holstein-3/8 Cebú permite obtener producciones de 4000 l de leche/ha, sin necesidad de utilizar suplementación con forraje en el periodo seco. Las producciones son entre 8 y 10 litros/vacas/día, en dependencia del uso de concentrados y fertilizantes. Además, se puede emplear en diferentes categorías productivas bovinas y bufalinas con ganancias de pesos entre 600 y 900 g/animal/día con suplementación.

También se obtuvo el *C. purpureum* Cuba CT-169 con rendimientos anuales entre 150 y 200 t forraje/ha/año con riego y reposición de nutrientes al suelo (Martínez *et al.*, 2009). Con 5 cortes por año, riego y fertilización permite producciones de 35 t de MS/ha/año y 170 t de forraje verde con 60 % de hojas.

Cuba OM-22, híbrido que se obtuvo por el cruzamiento entre *Pennisetum purpureum* Cuba CT-169 y el *Pennisetum glaucum* Tifton Late, presenta la principal ventaja de su alto porcentaje de hojas, diferencia que se acentúa durante el periodo poco lluvioso donde alcanza entre 74 y 80 % de hojas, en la MS, de 42 a 70 días de edad, respectivamente. Con 5 cortes por año, riego y fertilización se obtienen producciones de 35 t de MS/ha/año (Martínez *et al.*, 2013).

Clones con tolerancia a la sequía: Los ensayos para evaluarlos se condujeron por Díaz *et al.* (2007) y Herrera *et al.* (2010) en Bayamo, Cuba, donde el suelo predominante es de tipo Fluvisol (Hernández *et al.*, 1999) con pH de 6.3, contenidos de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  de 2.2 y 7.3 mg/100g de suelo, respectivamente, y 2.10 % de materia orgánica. La lluvia total osciló entre 600 y 1 000 mm, mientras que la humedad relativa fluctuó desde 75 hasta 77 %. Todas las investigaciones se realizaron sin la aplicación de riego ni fertilización.

Los clones mostraron rendimientos que variaron entre 5 y 25 t MS ha/año con rendimientos de hojas superiores, en general, a las 5 t ha/año. La mayoría de ellos presentó digestibilidad de las hojas superior a 50 %. Los mayores valores de rendimiento en las condiciones de estudio lo tuvieron los clones CT-603 y CT-608 con valores superiores las 20 t MS/ha. Mientras, que los mejores comportamientos en la producción de hojas lo tuvieron los clones CT-600, CT-603 y CT-608 que produjeron rendimientos de hojas superiores a las 8 t MS/hoja.

En cuanto a la digestibilidad de las hojas se destacaron los clones CT-603 y CT-602, aun cuando éstos estuvieron entre los de mayor contenido de FB. Cabe considerar que esas magnitudes no deben limitar, por su proporción tan baja, el coeficiente de digestibilidad de estos clones (Herrera, 2013).

Clones tolerantes a la salinidad: Fueron evaluados por Álvarez *et al.* (2009) y Herrera *et al.* (2010) en Bayamo, Cuba, en suelo con similares características a las descritas en el acápite anterior pero con 0.0439 % de sales solubles totales. Los clones evaluados superaron a su progenitor y llegaron a alcanzar hasta 500 g MS/macolla sin apreciables diferencias en su calidad. La producción promedio fue más de 12 t MS/ha/año.

Es de señalar que en el periodo clásico de floración (octubre-febrero) de este género sólo tres clones (CT-504, CT-505 y CT-506) lo realizaron y el resto permaneció en su estado vegetativo. Este aspecto resulta de vital importancia ya que los que no florecen no detienen su crecimiento y pueden ser utilizados con otros fines como la acumulación de biomasa en pie. Sin embargo, los que florecen acortan su ciclo de crecimiento y disminuyen su calidad nutritiva.

Durante el periodo poco lluvioso, el más crítico para la producción de pastos en esta zona, a la edad de rebrote de 90 días, no hubo diferencias significativas entre clones para el contenido de proteína bruta, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, cenizas y fósforo con valores promedios de 6.18, 57.13, 0.18 y 14.37 %, respectivamente.

En los años comprendidos desde 1975 a 1985 se realizaron numerosas investigaciones en la conservación y se estudiaron y llevaron a la práctica en silos de gran tonelaje de pastos y forrajes, los principios bioquímicos, agronómicos y zootécnicos que garantizaban su fabricación y utilización óptima, con generalizaciones que abarcaron todo el país.

En la actualidad, ante la nueva situación económica y modos de producción establecidas, han surgido alternativas tecnológicas donde se aplican los procedimientos y conceptos desarrollados con anterioridad, pero con nuevos enfoques, en particular en los silos denominados de anillo, en los cuales las necesidades de maquinarias especializadas son mínimas, y son aplicables a fincas con reducido número de animales (Ojeda *et al.*, 2006).

Los hollejos de cítrico cuando son vertidos de manera indiscriminada son contaminantes del medio ambiente pero como alimento son una opción interesante para ser incluidos en las dietas para rumiantes. Este subproducto se obtiene de forma estacional y requiere que sea conservado para que pueda ser utilizado durante todo el año. La proporción óptima para la fabricación de estos ensilajes es del 84 % de hollejo de cítrico fresco, 10 % de heno de gramínea y el 4 % de urea (Ojeda *et al.*, 2009).

Otra opción son los ensilajes de yuca y otros alimentos existentes en diferentes regiones del trópico: La yuca (*Manihot esculenta* Crant) no apta para consumo humano, se limpia de tierra u otras impurezas, se muele preferiblemente o bien machacada es situada en tanques plásticos. Se le adiciona agua hasta tajarla, pero lo idóneo sería crema de saccharomyces, crema torula, suero de leche, desperdicios de la pesca u otro subproducto o residuo proteico existente en las diferentes regiones. Por cada 50 kg de yuca se adiciona un litro de yogurt de soya o natural y se deja en reposo 7 días, tiempo a partir del cual queda listo el producto para

consumirse. El producto final debe poseer alrededor de 25 % de materia seca (MS), la proteína bruta (PB) puede variar entre 5 y 15 % en base seca en dependencia de la fuente proteica antes mencionada y el nivel de energía está alrededor de 3.0 Mcal/kg. A partir de los 7 días de fabricado, el producto puede usarse en cualquier categoría porcina sustituyendo entre el 40 y 60 % de los piensos utilizados. En cerdos en ceba y cerdas gestantes la oferta diaria debe estar entre 4 y 6 kg/animal/día.

Por ser la producción azucarera la principal industria de Cuba, tuvieron carácter prioritario los estudios acerca de su utilización, sus productos y derivados en la alimentación animal. La producción de biomasa por hectárea puede variar entre 88 y 148 t y en términos de materia seca la producción varía entre 22 y 40 t/ha. Ello compite ventajosamente con cualquier gramínea forrajera aunque ésta sea fertilizada con altos niveles de nitrógeno (350 kg nitrógeno/ha/año) y regada (Martín, 2004).

Las principales desventajas de la caña de azúcar están dadas en su bajo contenido de nitrógeno, alto contenido de fibra, desbalance energía-proteína, bajo peso volumétrico de los derivados fibrosos y los subproductos de la cosecha se presentan dispersos en el campo. Para solucionar, en parte, las limitantes de la caña es necesario su procesamiento en diferentes variantes:

Al tener en cuenta la estacionalidad de las lluvias en Cuba y con la finalidad de utilizar la harina de caña en la formulación de concentrados, Muñoz *et al.* (1990) diseñaron una tecnología que consiste en cortar la caña, se despaja y no se le corta el cogollo. Después se pasa por una repicadora y se pone a secar al sol, cuidando que el colchón de caña sobre la superficie de secado tenga una altura que permita el secado en 24 horas. Posteriormente, se pasa por un molino de martillo y se obtiene una harina denominada Solicaña.

Cuando se empleó esta harina (Solicaña) sustituyendo el 40 % del trigo en un concentrado, Muñoz *et al.* (1990) reportaron rendimientos lecheros de 11-12 l/vaca/día; Muñoz *et al.* (1985) sustituyeron entre 20 y 40 % del maíz en el concentrado comercial y obtuvieron rendimiento de 15 l/vaca/día. En ambos trabajos se emplearon vacas Holstein, los animales pastaron libremente y consumieron 6 kg de concentrado/vaca/día. Su inclusión como materia prima en relaciones porcentuales entre 25 y 50 % en dietas integrales de machos lecheros logró ganancias superiores a 1 kg/animal/día.

De estos resultados se puede establecer que la deshidratación de la caña integral por exposición al sol es posible y su uso como harina permite sustituir hasta el 50 % de los cereales en los concentrados para vacas lecheras y machos lecheros.

Se demostró que su utilización en engorda de becerros produce ganancias superiores a los 600, 800 y 1 000 g/día en los periodos comprendidos entre el nacimiento y los 3, 6 y 12 meses de edad, respectivamente. Permiten obtener pesos de sacrificio de 400 kg a los 13 meses de edad y producen canales de alta calidad y altos rendimientos. La caña molida y ensilada es otra opción para la ceba estabulada que también se empleó satisfactoriamente en raciones integrales de terneros.

La saccharea, que comparte los intentos previos a la Saccharina, se obtiene de la caña de azúcar limpia o del bagacillo desmenuzado de la industria azucarera, al que se le ha extraído el guarapo. Se mezcla con urea y se somete a un choque térmico y se deshidrata. Al combinarse con la harina de soya como dieta integral para el ganado bovino de ceba y vacas lecheras, se obtuvieron ganancias de peso superiores a los 900 g/día y producción de leche de 14.3 kg/día.

El bagacillo tratado con 4 % de hidróxido de sodio aumentó la digestibilidad hasta 50 % y redujo el suministro de miel en el sistema bagacillo-miel-urea para vacas lecheras con producciones medias (7-8 kg/vaca/día).

Dentro de los alimentos energéticos, como la caña de azúcar y sus subproductos se obtuvieron múltiples resultados. Por ejemplo, con el bagacillo y miel-urea como uno de los alimentos complementarios en animales estabulados en el periodo de escasez de alimentos se lograron producciones de 9.45 kg de leche/vaca/día (Milera y Díaz, 1976).

En la cachaza fresca o deshidratada se determinó que puede ser utilizada en las raciones de los rumiantes, con un aporte importante de energía, minerales y proteínas.

La Saccharina se obtiene a partir de una tecnología de fermentación en estado sólido de la caña de azúcar limpia de paja y cogollo. Una vez mezclada con la urea y minerales, se somete a la aireación y posterior secado. Actualmente, se trabaja en productos más estables en los que se le combinan con ingredientes ricos en sustancias amiláceas y se inocula directamente con microorganismos o con aditivos que poseen actividad enzimática y son ricos en levaduras (Elías *et al.*, 1990).



El método artesanal con secado al sol es actualmente el más extendido entre los productores y por ello se le conoce como Saccharina rústica. En terneros, la Saccharina se puede añadir a los piensos entre 40-50 %; en vacas lecheras, desde 50 hasta 90 % y se ha logrado obtener 10 kg de leche/vaca/día, sin alteraciones en su composición.

En dietas para aves, el nivel de inclusión está alrededor de 10 %. Para las ocas, se puede elevar entre 30-60 %, en dependencia de la categoría. Similares valores máximos se pueden utilizar en las dietas para conejos. Su inclusión en los piensos para cerdos va desde 20 hasta 60 %, según la categoría y sistema de alimentación.

El azúcar crudo como sustituto de los cereales (maíz) en dietas integrales se incorporó hasta 65 % en sustitución de ellos en las dietas para las vacas lecheras e incluso se pudo utilizar nitrógeno no proteico. En aves y cerdos, con 40 % de inclusión de azúcar, se realizó la sustitución total del cereal base en la formulación de las dietas.

Las mieles y fundamentalmente la final, se evaluaron en todas las especies y categorías animales. En la ceba intensiva de toros basada en miel:urea (2-12 % de urea) suministrada a voluntad, con forraje restringido, pastos u otros alimentos fibrosos, suplemento mineral y adición de pequeñas cantidades de fuentes proteicas de baja solubilidad, fue el sistema más ampliamente extendido en el país. En vacas lecheras su inclusión fue muy limitada, como suplemento energético y portador de NNP (urea). Para animales jóvenes se dispone de una tecnología que inicia la preparación del ternero lechero con destino al cebadero basada en miel urea en forma progresiva desde los 90 días de edad.

El nivel de uso de las mieles, desde la integral hasta la final incluyendo el "sirope off" o miel de refinera, difiere según la especie y categoría aviar, aunque por supuesto es mayor en patos y ocas, por su fisiología digestiva que admite alimentación semilíquida.

La miel proteica casera fue un producto obtenido a partir de la miel final por fermentación en estado líquido que no fue viable en el momento que se llevó a escala de producción, pero que bajo condiciones controladas era factible su uso en la alimentación del cerdo.

En las aves, las mieles B y final ofrecen limitaciones para su uso por encima de 10 % debido al efecto laxativo y que daña los lechos sobre los que se crían, compactación y fermentación de los piensos con el almacenaje y dificultades tecnológicas en las fábricas de pienso.

Sin embargo, con la miel rica se obtuvieron resultados superiores por su aporte energético y por la menor presencia de impurezas. Los estudios en cerdos permitieron establecer, como base del sistema de alimentación, la miel final como fuente energética con un suplemento concentrado de proteína, vitaminas y minerales, y aunque se han obtenido buenos resultados con otras mieles, siempre se consideró que ésta era la opción económicamente más ventajosa para el país, por el grado de extracción de azúcares a que se había sometido.

Los activadores ruminales son productos capaces de manipular los procesos fermentativos que se producen en el rumen e incrementar la utilización digestiva de los alimentos que consumen los animales, lo cual se traduce en incrementos en el consumo voluntario, producción de leche, carne y lana. Los mismos se pueden elaborar en forma líquida, sólida, granulados, sólida compacta o bloques multinutricionales (BMN) y se caracterizan porque deben suministrarse en pequeñas cantidades y se formulan de manera que los animales regulan su consumo durante 24 horas, es decir no lo consumen de una sola vez sino que las pequeñas dosis que arriban al rumen en cada momento del día son capaces de activar la flora microbiana que vive en ese reservorio, todo lo cual garantiza que el rumen se mantenga como una gran cámara de fermentación continua.

Elías (1971) al estudiar el efecto de la miel final de caña de azúcar en la alimentación de vacunos en ceba, profundizó en los requerimientos nutricionales de los microorganismos del rumen. Muñoz *et al.* (1979) estudiaron el efecto de un Suplemento Nitrogenado Activador (SNA) en la producción de leche en vacas que pastaban pangola (*Digitaria decumbes*) de 21 y 28 días de rebrote en seco, con suplementación o no de heno y alcanzaron producciones de leche entre 7.7-8.9 l/vaca/día, el peso vivo promedio de las vacas fue de 460 kg. El activador ejerció mejor efecto productivo en los animales que pastaban la pangola a los 28 días de edad en relación con los de 21 días, lo que demuestra su potencial sobre alimentos de peor calidad, igualmente se encontraron mayores consumos voluntarios del activador. Muñoz *et al.* (1986, 1991) demostraron el efecto de los activadores ruminales obtenidos a partir de diferentes relaciones NNP/PV, en la producción de leche de vacas alimentadas en pastoreo de diferentes pastos tropicales, así como caña de azúcar sola o suplementada con heno y ensilaje de gramíneas.

González *et al.* (1989, 1990 y 1991) evidenciaron el papel de los activadores ruminales en la cinética de degradación de la MS, la FDN, la velocidad de recambio ruminal y el tiempo de retención de las partículas en el rumen de vacas en dietas de caña de azúcar con suplementación o no de otra fuente fibrosa. Se demostró que los animales son capaces de auto

regular el consumo voluntario del activador durante el día, lo que coloca al rumen en mejores condiciones de degradar los materiales fibrosos, manteniendo su propiedad de sistema de fermentación continuo.

El activador ruminal denominado Granulado Jordán (Jordán *et al.*, 2005) también mostró ventajas importantes cuando se utilizó en sistemas de ceba vacuna en pastos con riego y fertilizantes. Entre 124 y 145 días de ceba se obtuvieron GMD de 0.982 y 1.029 kg/animal/día, con rendimientos en canal de 52-57 %. Sin embargo, con esta misma tecnología en sistemas de bajos insumos en pastoreo de *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfuensis* (50/50), las ganancias fueron de 0.900 y 1.12 kg/animal/día en periodos de ceba de 228 y 160 días, respectivamente. El consumo del activador fue 1.32 y 1.46 kg/animal/día. El consumo de este producto, en comparación con el de soya, duplicó la población de bacterias y hongos celulolíticos ruminales (Galindo *et al.*, 2008). La actividad celulolítica y la actividad específica del complejo de enzimas celulasas se quintuplicaron y, consecuentemente, se dispuso de mayor concentración de azúcares reductores en el líquido ruminal.

El empleo de Microorganismos Eficientes, Benéficos y Activados (MEBA), al ser un producto que se obtiene mediante técnicas de fermentación en estado líquido, se evaluó en su dinámica fermentativa en el tiempo, lo que permitió informar que a las 48 h de fermentación en temperatura entre 25-38°C, el producto presenta pH de 4.2 y poblaciones de *Lactobacillus* y levaduras de  $10^8$  y  $10^6$  ufc/mL, y está listo para su suministro a los animales (Elías *et al.*, 2011).

Todas estas investigaciones dieron lugar al diseño y evaluación de diferentes formulaciones de productos con el nombre genérico de activadores ruminales, los que se encuentran disponibles para su aplicación a escala comercial. Con los argumentos anteriormente señalados se transfirió la tecnología de los activadores ruminales desde el Instituto de Ciencia Animal de Cuba a la República Oriental del Uruguay, específicamente al ingenio azucarero Alfredo Mones Quintela (ALUR, S. A.), en la ciudad nortea de Bella Unión (Elías *et al.*, 2012). Esta planta produce activadores del rumen, tales como: Actibioles, bloques nutricionales y el MEBA. Los productos ya registrados para su comercialización son: *ACTIBIOL*®, *NUTRIBIOL*®, *MEBA*®, *ACTIBIOL-GL*® y *NUTRIBIOL-GL*®. Para el trabajo de transferencia tecnológica y todo el proceso de I +D +i, se potenció la capacidad creativa a través del grupo multidisciplinario integrado por especialistas del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba, la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, perteneciente a la Universidad de la República (UDELAR) y la Empresa Alcoholes del Uruguay (ALUR) (Galindo *et al.*, 2013).

El RELAC, reemplazador lechero diseñado por el ICA, garantiza la inmunidad del ternero al permitir el consumo del calostro durante los primeros días de edad. Garantiza el arribo del ternero al primer mes de edad (periodo más crítico) en correcto estado de salud. En él se utiliza proporción mayor de 80 % de productos no lácteos, lo que reduce marcadamente sus costos, en comparación con productos similares del mercado internacional. Permite la sustitución de 240 litros de leche fresca por ternero criado, que puede ser destinada al consumo humano. Se ofrece a los terneros con una metodología que permite el consumo temprano de alimentos sólidos y su desarrollo ruminal, adaptado a las condiciones futuras de alimentación basadas en pastos y forrajes. Garantiza ganancias superiores a los 600 g/día hasta los 120 días de edad. El uso de estos Reemplazadores Lecheros (RL) requiere de las Dietas Integrales (DI) como alimento sólido, ya que son el complemento que garantiza la correcta nutrición y desarrollo ruminal del ternero (Plaza y Fernández, 1994).

Las investigaciones desarrolladas con levadura torula, como reemplazante lechero en terneros representó ahorro de 30 USD por ternero (Anon, 2011), específicamente cuando se ofertaban 3 l de leche y 200 g de levadura seca mezcladas a la edad de 10-30 días, y sólo 2 l de leche e igual cantidad de levadura cuando tenían entre 30 y 60 días de edad.

Ceba con mezclas múltiples de leguminosas rastreras: Se caracteriza por asociaciones que mantienen su producción de biomasa de forma estable y productiva, con desarrollo armónico de la gramínea y las leguminosas, y donde prevalecen las plantas y los puntos enraizados de leguminosas rastreras lo que se refleja en la biodiversidad, el equilibrio y persistencia alcanzada por estas. Se han alcanzado ganancias de peso de 800 g/animal/día y carga de 2 animales/ha.

La gallinaza se ha empleado como suplemento proteico y mineral en la ceba bovina y la alimentación de novillas, lo que constituye una solución nutricional y ambiental, así como las tecnologías para la ceba de toros con dietas integrales con forraje de caña o de harina de caña entera.

En áreas de pastos naturales y artificiales o ambas asociadas con leucaena en el 100% del área de pastoreo, se desarrolló una tecnología para el crecimiento y ceba bovina y en sistemas de leucaena con libre acceso de los animales a un banco de Cuba CT-115. También se incursionó con otras leguminosas arbustivas para el mejoramiento de los pastizales y la producción de carne bovina, así como con mezclas de leguminosas rastreras.

Leguminosas temporales multipropósitos como *Vigna unguiculata* (vigna), *Canavalia ensiformis* (canavalia), *Lablab purpureus* (dólico), *Glicine max* (soya) y *Stizolobiun niveum* (mucuna) también pueden contribuir a la base forrajera con producciones de 4 a 6 t MS/ha/corte y contenidos de proteína entre 18 y 25 % (Díaz *et al.*, 2010).

Los estudios fisiológicos efectuados demostraron que es posible incluir hasta 30 % de harina de forraje de dólico en la dieta de los conejos y hasta 10 % en pollos de engorde, sin alterar los coeficientes de utilización digestiva de MS y la morfometría del tracto gastrointestinal y sus órganos accesorios. En contraposición, en los cerdos en crecimiento se produce disminución de la utilización de MS y PB con 20 % de inclusión, así como alteraciones en la morfometría de los órganos digestivos. Esto se comprobó con estudios histológicos, lo que se puede deber a la mayor sensibilidad de los cerdos a los factores antinutricionales presentes en la harina de forrajes de esta leguminosa temporal.

La inclusión de harina de canavalia en la dieta de las aves propició limitada actividad fermentativa a nivel cecal, debido a la reducción de los hongos celulolíticos, lo que ocasionó que no se produjeran modificaciones en el peso de los ciegos. La marcada disminución de estas poblaciones pudiera estar relacionada con taninos y compuestos fenólicos, por lo que se recomienda no superar el 10 % de inclusión en esta especie.

Se observó disminución de la digestibilidad aparente de PB, MS y de EMAn con el 10 % de mucuna en la dieta para pollos de ceba debido a sus propiedades físico-químicas (baja solubilidad y elevado contenido de lignina y compuestos fenólicos). Sin embargo, es posible incluir hasta 20 % de harina de follaje de mucuna en sustitución de la alfalfa para dietas de conejos en crecimiento sin alterar la utilización digestiva de MS y PB, por aumento tanto en calidad como en cantidad de la actividad microbiológica cecal.

Se recomienda incluir niveles de harinas de forraje de dólico, canavalia y mucuna por debajo de 20 % de sustitución de la proteína de la dieta (dietas de miel B-soya) para cerdos, tomando en consideración la alteración que origina el suministro de estas fuentes en la morfometría de los órganos digestivos. En dietas para conejos en crecimiento se pueden incluir hasta 30 % de harina de forraje de dólico y hasta 20 % de harina de forraje de mucuna en sustitución de la harina de forraje de alfalfa (Díaz *et al.*, 2014).

Estudios de comportamiento animal en pollos de engorde mostraron que en dietas de trigo bajas en proteína que incluyan harina de pescado y adicionen AAS acorde con el aporte

energético de la ración, puede sustituirse hasta el 35 % de la soya importada por vigna secada al sol y prescindir de los AAS en la fase de acabado, que es cuando las aves consumen más de 54 % del consumo total. La sustitución hasta 50 % de la soya importada por harina de vigna, en dietas de trigo no requiere de adición extra de AAS, aún con dietas heteroproteicas con resultados similares a la dieta convencional. En dietas isoproteicas con 20 % de harina de vigna en la formulación se sustituye hasta 16 % de cereal (trigo) y 60 % de la harina de soya importada, sin afectar el comportamiento productivo. En determinadas condiciones, la inclusión de vigna al 75 % de sustitución de la soya se justifica por el efecto económico que tiene aún cuando el comportamiento productivo sea inferior al control (Lon Wo *et al.*, 2001).

En cerdos se ejecutó un estudio de metabolismo para determinar la eficiencia de utilización de la vigna. Los resultados alcanzados mostraron a la harina de grano crudo de vigna como alternativa biológica y económicamente viable, ya que su empleo permitió sustituir 20 % de las fuentes proteicas tradicionales (soya) de importación en la fórmula del pienso para cerdos en crecimiento (Castro *et al.*, 2002).

También se ha trabajado en el empleo de las levaduras *torula* y *saccharomyces* como fuente de proteínas en la alimentación animal. En la especie porcina la levadura *torula* en forma de crema puede ser tan factible como su uso en forma seca y solo se necesita disponer de las instalaciones de animales cercanas a las fábricas para no incurrir en gastos por concepto de transportación. La tecnología propuesta logra sustituir la melaza final por vinaza en el proceso fermentativo para producir levadura *torula*. Al sustituir la harina de soya por levaduras hasta 80 % se mantienen los indicadores productivos económicamente viables. Además, evita en 90 % el efecto contaminador que posee la vinaza al llegar a las fuentes superficiales y subterráneas de agua (Rodríguez, 2011).

Estudios con granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) en la alimentación de cerdos en crecimiento evidenció la posibilidad de inclusión hasta 30 % en las dietas de cerdos en crecimiento. Tiene como fundamentales ventajas que posee alta concentración de proteína en comparación con el maíz, adecuado aporte de energía y alta disponibilidad de fósforo, lo que reduce las necesidades de suplementar con fosfato inorgánico y disminuye la excreción de fósforo a través de las deyecciones. Contribuye favorablemente a la reducción de los costos por la sustitución parcial de maíz, soya y fosfato dicálcico. Puede mejorar la salud del intestino y reducir la mortalidad en 50 %. Favorece el desarrollo del tracto gastrointestinal, fundamentalmente del ciego (Martínez, 2011).

Las zeolitas naturales cubanas son producto natural del grupo de los aluminosilicatos hidratados de estructura cristalina muy porosa, que forma canales submicroscópicos que contienen agua y cationes de intercambio. Su capacidad de intercambio es muy elevada y esto le confiere fuerte actividad química. Posee amplia superficie específica que le confiere elevada capacidad de adsorción, sin formar gel. En la agricultura se emplea para evitar la compactación de los fertilizantes químicos durante el almacenaje. Permite reducir la dosis de fertilizantes a emplear, al menos en 25 % por su capacidad de liberar los elementos químicos según las necesidades del suelo. En la producción de compost se obtienen abonos orgánicos de calidad. A temperatura ambiente se pueden conservar granos y semillas (Castro, 2005).

Como aditivo en la alimentación animal mejora la eficiencia de utilización de nutrientes, favorece el metabolismo proteico y energético, disminuye la deposición de grasa en las canales y los malos olores en las excretas. Previene el estrés al destete. Control de problemas entéricos (diarreas y úlceras). Favorece el balance ácido-básico en vacas de alto rendimiento. Mejora la calidad de la leche. Ocurren cambios favorables en la microflora ruminal y el contenido de ácidos grasos volátiles. Sustituye materias primas en los piensos. Produce mayor durabilidad en los alimentos granulados. Secuestra micotoxinas, especialmente aflatoxinas presentes en los alimentos. Ha demostrado eficiencia en la eliminación de metales pesados.

Los residuos de la producción de alcohol, al ser utilizados como aditivos, incrementan el aprovechamiento de los nutrientes por el animal y mejoran su comportamiento. Estos aditivos amortiguan la pulverulencia de la dieta y mejora la palatabilidad de los alimentos, permiten la producción y estabilidad de nuevos alimentos por su valor de pH y se utilizan como inóculo activador de la fermentación en ensilados. Asimismo, mejoran los indicadores de salud de los animales y reducen la mortalidad en las aves. Su aplicación logra la mejora en la conversión alimenticia y el consumo, cambios positivos en la uniformidad del lote, mayor desarrollo del aparato reproductor, mayor peso a la incorporación y reducción de la edad a la incorporación.

El Instituto de Ciencia Animal ha trabajado en el desarrollo y obtención de tecnologías para la producción de aditivos para la alimentación animal entre los que se destacan los siguientes productos.

**Fructoica:** Es un alimento funcional que se emplea como fuente prebiótica. Se obtuvo a partir de los tallos del *Agave fourcroydes* (Henequén) y se realizó la caracterización estructural

y la evaluación *in vitro* e *in vivo* para determinar sus propiedades. Sus principales efectos se relacionan con la activación del sistema inmune, la exclusión competitiva de agentes patógenos intestinales, disminución de colesterol sérico, mejora la fisiología digestiva e incrementa la absorción de minerales, disminuye el riesgo de cáncer de colon y en los animales repercute en mejores comportamiento productivos. Se puede utilizar en diferentes especies monogástricas (cerdos, aves, peces) con resultados positivos y se encuentra en fase de evaluación para realizar los estudios en humanos (García, 2010).

***Lactobacillus pentosus* LB-31:** cepa microbiana con actividad probiótica en animales monogástricos. Esta cepa como probiótico en especies monogástricas mejora los procesos absorptivos y digestivos del tracto gastrointestinal de los animales, provoca cambios morfo-fisiológicos favorables para los animales, estimula el sistema inmune y mejora la salud animal, incrementa en 2 % el rendimiento cárnico, fundamentalmente de la pechuga de pollos (García, 2007).

Cepas de levaduras activadoras de la fermentación ruminal en dietas fibrosas. Se aislaron, identificaron por técnicas bioquímicas y moleculares, caracterizaron y seleccionaron cepas de levaduras que no pertenecen a la especie *Saccharomyces cerevisiae*, la que se emplea tradicionalmente en los productos comerciales. Se demostró que estas cepas incrementan la producción de gas de sustratos fibrosos y ejercen efecto estimulador de las poblaciones de bacterias ruminales en condiciones *in vitro* e *in vivo* en mayor proporción que una cepa de *S. cerevisiae* que se empleó como patrón (Marrero *et al.*, 2011).

En cuanto a los sistemas de producción de alimentos y energía, se parte del criterio de que los biocombustibles son considerados por los gobiernos e instituciones internacionales como alternativa ecológica a los combustibles fósiles, por su capacidad de reducir la emisión de gases con efecto invernadero (GEI).

En Cuba, desde 2009 se implementan acciones de I+D+i, a través de proyectos internacionales, enfocados a producir alimentos de origen vegetal y animal, y energía a partir de la biomasa obtenida en el medio rural, en varias provincias del país.

Estos procesos innovadores se insertan en el sector ganadero con tecnologías como la biodigestión anaeróbica, que permite tratar las excretas animales, contaminantes de las cuencas hídricas, para producir biogás y bioabonos a partir de los efluentes tratados.



En ese sentido existen experiencias en el diseño y construcción de biodigestores, por ejemplo de cúpula fija o flotante, tubular plástico y de laguna tapada (Suárez *et al.*, 2012); en la utilización del biogás para la cocción de alimentos que incluye además de las tradicionales cocinas de gas, las ollas arroceras, lámparas de iluminación, refrigeradores por absorción y en menor medida la generación de electricidad. En fecha reciente, se han desarrollado prácticas en la creación de redes de distribución del biogás a viviendas a partir de biodigestores de gran tamaño (López, 2014).

También están en ejecución tecnologías para gasificar la biomasa generada en las fincas. Por tal motivo, desde el año 2010 en la Estación Experimental Indio Hatuey se instaló un gasificador con potencia de 20 kW con el propósito de utilizar los residuos de las podas de los sistemas agroforestales pecuarios (sistemas silvopastoriles y de los bancos forrajeros con morera), así como de la planta invasora *Dichrostachys cinérea* (L.) Wight y Arn., el marabú (Cepero *et al.*, 2012).

Referente al biodiesel, desde 2009 se han desarrollado experiencias en diferentes provincias en el establecimiento de la arbórea *Jatropha curcas* L. asociada a cultivos. El aceite que se extrae de los frutos de esta planta es utilizado para la producción de biodiesel. Se han instalado plantas de extracción en la Granja Paraguay, Guantánamo, en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas y está previsto el montaje de otras tres en el país (Suárez *et al.*, 2013).

En la actualidad hay sembradas 416 hectáreas de *J. curcas* asociadas a cultivos en siete municipios de seis provincias, principalmente en suelos no utilizables para otras producciones agrícolas. Se han evaluado 21 cultivos, en condiciones de riego de supervivencia y fertilización con bioabonos, con producciones de alimentos que oscilan entre 3.0 y 15 t/ha/año, en 70 % del área porque el resto está ocupada por la *jatropha* (Suárez *et al.*, 2012).

La ganadería que se prevé para el futuro se basa en agroecosistemas con bajos impactos ambientales; multifuncionales en lo social, económico y ambiental; resilientes al cambio climático, menos dependientes del combustible fósil, que contribuya al desarrollo local, con una marcada reducción de las importaciones y garantice alcanzar el bienestar humano.



**Figura 1.** Sistema integrado para la producción de alimentos y energía (*Jatropha curcas* L. - *Sesamum indicum* L. (Ajonjolí) (Finca Villa Josefa, Guantánamo).



**Figura 2.** Biodigestor (Cabaiguan, Sancti Spiritus).



**Figura 3.** Elaboración de un silo de anillo (Finca, provincia de Matanzas).

## Referencias

- Álvarez, Y. et al. J.L. 2009. *Nuevas variedades de Pennisetum purpureum con tolerancia a la salinidad en el Valle del Cauto*. Comportamiento agronómico. Agrojuven 2009. II A Jorge Dimitrov, Bayamo.
- Anon, 2011. "Manejo del ternero". En: *Tecnologías, metodologías y resultados generados por la EEIH. Estación Experimental Indio Hatuey*. Ed. Milagros de la C. Milera y Tania Sánchez. Editora "Estación Experimental Indio Hatuey. Cuba. p. 63.
- Castro, M. 2005. "Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos". *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 39:451.
- Castro, M. et al. 2002. "Una alternativa nacional como fuente de proteína para cerdos en crecimiento: *Vigna unguiculata* vc. INIFAT-93". *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 36(4): 347.
- Cepero, L. et al. 2012. "Gasificación de biomasa para la producción de electricidad". En Suárez, J. y G. J. Martín (eds.). *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural*. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA. Editora. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 143.
- Díaz, M. F. et al. 2014. "Leguminosas temporales como alternativa para la alimentación animal en el trópico". *IV Congreso Avances en Producción Sustentable de alimentos y Biotecnología Reproductiva*. Universidad de Sinaloa. Ed. Guerra Liera. J.E., Saltijeral Oaxaca J.A. y Córdova Izquierdo, A. México. p. 147
- Díaz, M. F. et al. 2010. "Estrategias de alimentación para la producción animal en el periodo seco del trópico". *Segundo Seminario Internacional en Avances en la Producción Animal de Sinaloa y Sexto Simposium Internacional en Reproducción Animal y Producción de leche y Carne*. Marzo del 2010. Mazatlán Sinaloa. pp. 146-156.
- Díaz, D. et al. 2007. "Capacidad de establecimiento de nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* en condiciones de intensa sequía estacional en el Valle del Cauto, Cuba". *II Congreso de Producción Animal Tropical*. La Habana, p. 276.
- Elías, A. 1971. *The Rumen Bacteria of Animals Fed on A High- Molasses Urea Diet*. Thesis PhD. Aberdeen.
- Elías, A. et al. 1990. "Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina)". *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 24(1): 1.
- Elías, A. et al. 2011. "Experiencias en el uso de los activadores ruminales". Mesa redonda ALUR. Reunión ALPA. Plaza América, Montevideo, Uruguay.
- Elías, A. et al. 2012. *Compendio con los resultados obtenidos en las pruebas de campo con activadores de la fermentación ruminal sobre forrajes de baja calidad*. Libro electrónico, La Habana, Cuba.
- Galindo, J. et al. 2008. "Efecto modulador de *Leucaena leucocephala* sobre la microbiota ruminal". *Zootecnia Trop.* 26 (3): 249-252.
- Galindo, J. et al. 2013. "Experiencias de la transferencia tecnológica para la producción de Activadores ruminales en la República Oriental del Uruguay". *IV Congreso Producción Animal Tropical*. La Habana. Cuba.
- García, Y. 2007. *Obtención de un producto con características probióticas potenciales a partir de la fermentación líquida de las excretas de pollos de ceba*. Tesis en opción al grado de Maestro en Microbiología, mención Fermentaciones. Facultad de Biología, Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.
- García, Y. 2010. *Obtención de fructanos a partir del Agave fourcroydes (Lem.), caracterización estructural y evaluación biológica como prebiótico*. Tesis en Opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ICA, La Habana, Cuba.
- González, R., E. Muñoz y M. R. González. 1991. "Efecto de la suplementación nitrogenada en el consumo y tamaño de las partículas ruminales y fecales de vacas alimentadas con forraje de caña de azúcar". *Rev. Cubana Cien. Agríc.* 25(3): 255.

- González, R. et al. 1989. "Caña de azúcar como forraje para la producción de leche. I. Efecto de la inclusión de forraje de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en el consumo y digestibilidad del alimento". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 23(2): 131.
- González, R. et al. 1990. "Caña de azúcar como forraje para la producción de leche. II. Efecto de la inclusión de heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en el consumo de alimentos". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 24(2): 151.
- Hernández, A., J. M. Pérez y O. Boch. 1999. *Nueva versión de La clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. AGROINFOR-MINAG, Cuba.
- Herrera, R. S. y R. O. Martínez. 2005. "Mejoramiento genético por vías no clásicas". En: Herrera, R. S., G. J. Febles y G. J. Crespo (eds.) *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. (Versión electrónica). Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Herrera, R. S. 2013. "Clones de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía y la salinidad". Conferencia. *IV Congreso de Producción Animal Tropical*. La Habana, Cuba.
- Herrera, R. S., D. Díaz y Y. Álvarez. 2010. "Nuevas variedades de *Pennisetum purpureum* con resistencia a la sequía y salinidad". *III Congreso de Producción Animal Tropical*. Tomo II. La Habana p. 201.
- Jordán, H. et al. 2005. *Producción intensiva de carne a base de pastoreo con un suplemento activador ruminal Granulado Jordán*. Informe Final de Proyecto, Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. MINAG.
- Lon Wo, E., B. Rodríguez y O. Dieppa. 2001. "Evaluación económica y biológica de la harina de vigna (*Vigna unguiculata*) en dietas isoproteicas para pollos de engorde". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 35:25.
- López, A. 2014. "Estudio sobre distribución y consumo de biogás en la comunidad El Colorado, proyecto BIOMAS-CUBA, municipio Cabaiguán, provincia de Sancti Spiritus". *Memorias de la III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014*. 21-24 de octubre, Varadero, Cuba.
- López, O. et al. 2014. "Influencia de la complementación con caña y/o pulpa de cítrico en la degradabilidad in vitro de dietas basadas en *Panicum maximum* y *Leucaena*". *Pastos y forrajes* 37(4): 426-434.
- Marrero, Y. et al. 2011. "Morphological, Biochemical, and Molecular Identification of the Yeast *Levica 25*: a Potential Ruminant Microbial Additive". *Global Veterinaria* 7(1): 60-65.
- Martín, P. C. 2004. *La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos*. EDICA. La Habana, Cuba. p. 193.
- Martínez, M. 2011. *Evaluación de los granos de destilería secos con solubles en la alimentación de cerdos en crecimiento y reproductoras porcinas*. Tesis en Opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Martínez, R. O. 1998. "Bancos de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería de doble propósito". En: González, C., N. Madrid-Bury y E. Soto (eds.). *Mejora de la ganadería de doble propósito*. Universidad de Zulia.
- Martínez, R. O. et al. 2009. "Hierba elefante. Variedades Cuba CT-115, Cuba CT -169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*)". *Revista ACPA* 2-2009.
- Martínez, R. O., J. Vasallo y E. Ortega. 2013. "Características de las variedades de *Pennisetum* Cuba CT-115, Cuba OM-22 y Cuba CT-169 obtenidos y liberados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba". Conferencia. *IV Congreso de Producción Animal Tropical*. La Habana, Cuba.
- Martínez, R. O. et al. 1996. "Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones en pastos tropicales. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 30(1): 1.
- Milera, M. y R. Díaz. 1976. *Efecto de una dieta de bagacillo y miel-urea para la producción de leche*. Serie Técnico Científica. Indio Hatuey. p. 6



- Milera, M. y J. Figueroa. 1979. "Efecto de la suplementación con harina de glycine y concentrado sobre la producción de leche de vacas en pastoreo". *Pastos y forrajes* 2 (1): 133.
- Milera, M., O. López y O. Alonso. 2015. "Principios y retos en el manejo del sistema de producción de leche bovina". *Memorias de Segundo Congreso Mundial de Ganadería Tropical*. Tampico. Tamaulipas, México. p. 86.
- Milera, M. 1996. "Efecto de un banco de proteína de *Teramnus labialis* sobre la producción de leche". *Pastos y forrajes* 19 (2): 177-184.
- Milera, M. et al. 1989. "Efecto del pastoreo de Glycine en banco de proteína y forraje de caña sobre la producción de leche". *Pastos y forrajes* 12(3): 255.
- Milera, M. et al. 1989. "Efecto de la inclusión de forraje de *Lablab purpureus* en el 30% de una ración para vacas lecheras". *Pastos y forrajes* 12(1): 65.
- Muñoz, E., A. Elías y J. D. Suárez. 1979. "Suplementos nitrogenados y heno para vacas lecheras en pastoreo de pangola durante la época de lluvia". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 13(3): 253.
- Muñoz, E., A. Elías y J. D. Suárez. 1985. "Utilización de suplementos con alto contenido de NNP para raciones forrajeras. III. Efecto en la digestibilidad *in situ* del forraje del pasto pangola (*Digitaria decumbens*)". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 19(2): 145.
- Muñoz, E., A. Elías y J. D. Suárez. 1986. "Utilización de suplementos con alto contenido de NNP para raciones forrajeras. IV. Efecto en la digestión *in situ* de la materia seca y orgánica del ensilado de pastos". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 20(2): 137.
- Muñoz, E., A. Elías y J. D. Suárez. 1991. "Utilización de suplementos con alto contenido de NNP para raciones forrajeras. V. Efecto de la proteína natural en el comportamiento productivo de las vacas lecheras en pasto de secano". *Rev. Cubana Cien. Agric.* 25(1):19.
- Muñoz, E. et al. 1990. "Comparación del pienso con caña de azúcar deshidratada al sol (SOLICANA) y el concentrado comercial para vacas lecheras". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 24(3): 267.
- Ojeda, F. et al. 2006. "Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales". En: Milera, M. (ed.). *Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos*. Editora de la Estación Experimental "Indio Hatuey". p. 269.
- Ojeda, F. et al. 2009. "Uso integral del hollejo de cítrico en la alimentación animal. Una solución para eliminar la contaminación ambiental". [cd rom]. *II Simposio Internacional "Extensionismo, transferencias de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible"*. Agrodesarrollo'09. EEPFIH. Plaza América. Varadero, Cuba.
- Plaza, J. y E. Fernández. 1994. "Efecto de la sustitución de la leche íntegra por reemplazador (RL) en el comportamiento de los terneros". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 28(1): 51.
- Plaza J. y J. L. Hernández. 1996. "Reemplazadores lecheros para terneros. 1. Utilización de la levadura". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 30(1): 23.
- Rodríguez, B. 2011. *Levadura torula cubana (Candida utilis) desarrollada sobre vinaza de destilerías para la alimentación de aves*. Tesis en Opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque. Cuba.
- Suárez J. et al. 2012. "Impacto de la producción integrada de alimentos y de energía a partir de la biomasa. Contribución de BIOMAS-CUBA a la seguridad alimentaria, ambiental y energética". En: Suárez, J. y G. J. Martin. (eds.) *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA*. Editora. Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. pp. 196-207.
- Suárez, J. et al. 2013. "Procesos de innovación local en Agroenergía enfocados al desarrollo rural en Cuba". *Revista Nueva Empresa* 9(3): 94-99.