

Manejo agroecológico sostenible de la producción porcina en el trópico

Sustainable Agroecological Management of Pig Production in the Tropics

Milagros de la Caridad Milera Rodríguez¹ orcid.org/0000-0001-8531-3425
Isabel Marta Santana Martínez² orcid.org/0000-0002-4988-6012

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior. Matanzas, Cuba

²Instituto de Investigaciones Porcinas. Punta Brava, La Habana, Cuba
Autor de correspondencia: milacmr16@gmail.com

Artículo de revisión

Resumen

Objetivo. Analizar la importancia de la reconversión de los sistemas convencionales a sistemas agroecológicos de producción porcícola a través de sistemas de alimentación no convencionales en el trópico. **Materiales y métodos.** Se revisaron 122 artículos y se seleccionaron 100, la base de la reseña se orientó a la utilización de alimentos alternativos, con el mayor peso de las citas, sin desestimar el resto de los temas. **Resultados.** Se dispone de tecnologías y resultados en productos y subproductos que se generan de la caña de azúcar, variedades de altos rendimientos de yuca y boniato, el cultivo de plantas arbóreas proteínicas con alto valor nutricional y el efecto de aditivos con significativos resultados, por mejorar la digestibilidad y la salud sin altos costos. Cerdos en pastoreo implica una contribución significativa en diferentes sistemas, sean de subsistencia o manejo intensivo. La integración de la producción porcina a la agricultura puede convertirse en una de las cadenas que mejor aprovechen la biomasa y energía fotoquímica en estos cultivos; otros factores, como la genética, las instalaciones y el reciclaje a partir del uso de la cama profunda

Abstract

Objective. To analyze the importance of the conversion of conventional systems to agroecological systems of swine production through unconventional feeding systems in the tropics. **Material y methods.** 122 articles were reviewed and 100 were selected, the base of the review was oriented to the use of alternative foods, with the greatest weight of the citations, without dismissing the rest of the tropics. **Results.** Technology and results are available in products and by-products generated from sugar cane, high-yield varieties of cassava and sweet potato, the cultivation of proteinaceous tree plants with high nutritional value and the effect of additives with significant result, for improve digestibility and health without high costs. Grazing pigs implies a significant contribution in different systems. They are subsistence or intensive management. The integration of pig production to agriculture can become one of the chains that best take advantage of biomass and photochemical energy in these crops. Other factors such as genetics, facilities and recycling from the use of deep litter and biodigesters; they are a necessity in the face of climate change. The pig, in addition to

y biodigestores son necesidad frente al cambio climático. El cerdo, además de ser un animal prolífico y adaptable a diferentes condiciones, puede alimentarse de forma no convencional y utilizarse como el principal suministro de proteína animal para consumo humano, sus excreciones pueden reciclarse a través de diferentes tecnologías y disminuir la carga contaminante. **Conclusión.** El cerdo en el trópico tiene gran importancia para los países en desarrollo por las condiciones sociales, económicas y tecnológicas que contribuyen a la economía circular y a la soberanía alimentaria.

Palabras clave

Alimentos no convencionales, soberanía alimentaria, cerdos.

being a prolific animal, adaptable to different conditions, can be fed in an unconventional way, and used as the main supply of animal protein for human consumption, its excretions can be recycled through different technologies and reduce the pollutant load. **Conclusion.** The pig in the tropics is of great importance for developing countries, due to the social, economic and technological conditions that contribute to the circular economy and food sovereignty.

Keywords

Unconventional foods, food sovereignty, pigs.

Introducción

Además de las afectaciones que ya presenta el mundo con el cambio climático, el crecimiento de la población, los niveles de pobreza, la escasez de recursos por la degradación y agotamiento de los suelos, la contaminación y los conflictos bélicos, entre otros, se suman los efectos del SARS-CoV-2 con una coyuntura devastadora, porque, al derrumbe de las exportaciones, se añade el cese de los aportes del turismo y la drástica disminución de las remesas de los emigrantes, afectados por la pérdida generalizada de empleo en los países ricos, también paralizados por la pandemia; es decir, los tres principales recursos de los países del sur se desploman. Hacia el futuro, sería inteligente anticipar la próxima crisis climática, que podría sorprendernos pronto, igual que lo hizo el COVID-19 (Ramonet, 2020).

El consumo de carne en el mundo presenta dinámicas que están ligadas a multitud de factores, como la situación geográfica o la disponibilidad de recursos naturales, pero también a otros como la cultura y el modo de vida de la región. La carne de pollo es, según los datos de la FAO, la más habitual en la mayoría de países y la carne de cerdo es más consumida en gran parte de Europa, China y los países continentales del sudeste asiático (FAO, 2019).

La producción y el suministro global de carne seguirá aumentando un 0.3% anual durante la próxima década, por la demanda de países como China, Brasil o Estados Unidos. De esta forma, se espera que para el año 2030 el consumo de proteínas animales haya aumentado un 14% respecto del periodo 2018-2020 (Reuter, 2021).

Grandes desafíos se presentaron en 2021 para la recuperación de la economía global por los cierres de las economías y las restricciones de la pandemia. Los conflictos entre Rusia y Ucrania han traído ciertos desequilibrios y consecuencias negativas para la

economía global. El Departamento de Agricultura de EU (USDA) en el informe para el 2022, señaló que la producción mundial de carne de cerdo alcanzará 110.7 millones de toneladas, la cual representa un incremento de 2.6% respecto al año 2021 (107 Mt) y se estima un declive en exportaciones e importaciones de 4.3 y 5.5%, respectivamente. En Latinoamérica se incrementan las producciones y las importaciones, asimismo se reducen las exportaciones con respecto a 2021 (Anon, 2022).

La producción de cerdos es de las de mayor volumen y eficiencia, por su alta productividad, rendimiento en canal y amplitud de opciones en la preparación de sus carnes. Su condición de omnívoro lo hace capaz de consumir y aprovechar gran variedad de alimentos, además de que se vincula a disímiles sistemas de producción, incluidas las rurales de bajos insumos. Estas constituyen ventajas de gran peso para su popularidad, en tanto que la intensificación de su producción, en grandes industrias, requiere de instalaciones y equipos costosos, altos volúmenes de alimento y cuidadoso control sanitario. Como desventajas de la producción intensiva pueden considerarse los altos costos y el volumen de residuos resultantes y el alto daño al medioambiente. Los resultados van a depender del precio del alimento balanceado, el valor de la venta final en el mercado y la mano de obra calificada (Manrique, 2018).

Los sistemas intensivos son cuestionados por las afectaciones que producen con relación a la elevada concentración de animales, el uso de grandes volúmenes de agua, la alta dependencia de insumos (alimentos, medicamentos, antibióticos, genética), capital para inversiones y funcionamiento, volumen de efluentes que afectan el medioambiente y los efectos en el bienestar animal. Grandes peligros pueden asociarse a la creciente y, en ocasiones, desmesurada demanda de carne en el mundo, como son la generación de problemas para el clima y, por ende, del medioambiente, al desplazar la gente de sus tierras para sembrar más alimentos, favorecer la deforestación, mayor uso de pesticidas y antibióticos, pérdida del hábitat natural de los animales y estrechamiento del contacto animal con las personas, lo que facilita la transmisión de virus que pueden desencadenar pandemias.

Con todo, aun cuando se detuvieran los motores de crecimiento del mundo, seguirían produciéndose el agotamiento de nuestro medio natural y su contaminación, como consecuencia de los hábitos de consumo y los métodos de producción. Por tanto, es urgente encontrar nuevas vías de desarrollo que garanticen la sostenibilidad del medioambiente y pongan fin a la destrucción ecológica, al tiempo que logran establecer medios de subsistencia decentes para la humanidad, ahora y para el futuro. La economía ecológica es el nuevo paradigma para alcanzar ese objetivo, por lo que será necesario adoptar una estrategia económica radicalmente nueva (Anon, 2011).

El sistema alimentario agroindustrial solamente alimenta a 30% de la población global y utiliza entre 70 y 80% de la tierra arable y 70% del agua, 80% de los combustibles fósiles que se usan en agricultura producen de 25 a 30% de los gases de invernadero con una huella ecológica enorme por contaminación, salud pública, erosión, entre otros (Altieri, 2016).

¿Qué hacer? ¿Reducir los consumos o cambiar los sistemas de producción? Cambiar el modelo sería lo más conveniente, para ello es necesario aumentar la producción de biomasa mediante mayor eficiencia para captar la energía solar. La producción de alimentos (energía y proteína) y la producción animal en el trópico no pueden estar sobre la base de sembrar maíz y soya. Es urgente la necesidad de cambiar el sistema productivo y está demostrado que la parte proteica con follajes de arbóreas y arbustos (morera, tithonia, follaje de yuca, entre otros) y la parte energética a partir de los subproductos de la caña de azúcar (jugo de caña y miel rica), raíz de yuca, boniato y aceite de palma son opciones posibles (Preston, 2019¹).

Es un reto la intensificación sostenible de la ganadería ante el cambio climático. La agricultura en transición hacia la sostenibilidad persigue la producción de alimentos a partir de la autosuficiencia, diversidad, frecuencia, inocuidad y cantidad de alimentos (Vázquez y Martínez, 2015).

El objetivo consistió en analizar la importancia de la reconversión de los sistemas convencionales a sistemas agroecológicos en la producción porcícola, los resultados de las experiencias innovativas y los principales factores a considerar en la utilización de sistemas de alimentación no convencionales en el trópico.

Materiales y métodos

Los aspectos considerados fueron la importancia del manejo agroecológico en la agricultura a partir de la reconversión de los sistemas convencionales a sistemas sostenibles y los avances en la utilización de alimentos alternativos (caña de azúcar, raíces y tubérculos, aditivos, árboles y arbusto, utilización del pastoreo) y el reciclaje en la producción porcícola.

Se revisaron 122 artículos y se seleccionaron 100, la base de la reseña se orientó a la utilización de alimentos alternativos, con el mayor peso de las citas, sin desestimar el resto de los temas.

La reconversión de sistemas convencionales a sistemas agroecológicos

La necesidad de aumentar la calidad, cantidad, diversidad, frecuencia y facilidades de acceso a los alimentos a partir de una mejor eficiencia económica y energética de los procesos de producción en el sector agropecuario son factores claves para el cambio de los sistemas convencionales.

Otro aspecto importante a considerar es el proceso de degradación de los recursos naturales, sobre todo del uso; por tanto, es inminente el cambio de usos de la tierra a partir de aumentar el flujo de biodiversidad entre sistemas de producción y ecosistemas naturales que permitieran lograr resiliencia ante eventos extremos del cambio climático y, de esa forma, conservar el medioambiente para las generaciones futuras.

¹ Thomas Preston. Experto del Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Conferencia dictada en la EEPF Indio, Hatuey, Cuba

Son necesarias las políticas públicas, así como la integración de entidades del sector productivo y centros científicos. No es una tarea fácil la integración de la ciencia formal con la participativa, bajo un enfoque transdisciplinario; la formación de capacidades debe estar en consonancia con las necesidades y aspiraciones locales y constituir un estímulo a la forma y descubrimiento de líderes locales institucionales. No obstante, los centros científicos especializados, que fueron concebidos para la agricultura convencional, aun intentándolo, no siempre logran una apropiada coherencia tecnológica cuando trabajan para la agricultura sostenible. No es una nueva forma como el caso de tantas tecnologías de moda, asumirla significa cambios profundos en el mediano y largo plazos debido a la composición de los sistemas de producción agropecuaria (energía, suelo, agua, aire, clima, biodiversidad vegetal y animal), y la clave del éxito está en asumirlo desde dentro de la institución y en la innovación de la misma.

Es más importante la comprensión sobre el conocimiento que, hasta el momento, está fragmentado, porque en la innovación local y el conocimiento socialmente relevante son generados y apropiados en el contexto de su aplicación y de sus implicaciones (Machado, 2019²).

Según Vázquez y Martínez (2015), para lograr la transición agroecológica para la sostenibilidad con soberanía y resiliencia se necesita soporte legal, acceso financiero y divulgación. En la transición de los sistemas convencionales hacia los agroecosistemas sostenibles se incorporan los sistemas tradicionales campesinos y los sistemas agroecológicos, es un proceso integrador y transdisciplinario en el que la agroecología es el camino para convertirlos en sistemas sostenibles. Los sistemas en transición demandan rediseño, uso de insumos biológicos, sistemas de innovación, acceso a servicios técnicos, creación de redes de valores y capacidad de autogestión, es la única forma de lograr soberanía y resiliencia.

Los agroecosistemas sostenibles superan a los sistemas convencionales en sus indicadores de integración tecnológica, contexto, adopción, perdurabilidad y costos (cuadro 1).

Cuadro 1
Indicadores de los sistemas

Sistema	Integración tecnológica	Contexto	Adopción	Perdurabilidad	Costos
Convencional	Baja	Baja	Limitada	Poco probable	Mayor
Sostenible	Alta	Alta	Mayor	Probable	Menores

Adaptado de: Vázquez y Martínez (2015).

Altieri (2016) señaló que seis décadas de enormes olas de ciencia agrícola y desarrollo tecnológico no solucionaron el problema del hambre y la pobreza, el costo social y ecológico fue inmenso y superó los posibles beneficios. El monocultivo puede, temporalmente, tener ventajas económicas para los agricultores, pero a largo plazo no representa el óptimo ecológico, ya que la drástica homogeneidad genética y la poca diversidad de plantas

2 Hilda C. Machado Martínez. Investigadora titular de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (EEPFIH). Conferencia impartida en el Conejo Científico de la EEPFIH.

cultivadas pone a la producción de alimentos del mundo en gran riesgo, debido a que la mayoría de los cultivos son genéticamente homogéneos y altamente vulnerables a epidemias y a la variabilidad climática (80% de 1.5 billones de hectáreas están bajo monocultivos altamente homogéneos).

Según el mismo Altieri (2016), el reto para el año 2050 es aumentar la producción de alimentos en forma sustentable, sobre la misma o menor base de tierra arable disponible y usando menos recursos, en particular de petróleo, agua y nitrógeno, en un escenario de cambio climático, crisis financiera y revueltas sociales crecientes. Esto no es posible con el modelo agrícola industrial y sus nuevas derivaciones biotecnológicas.

La agricultura campesina basada en la agroecología tiene muchas ventajas, comparado con la agricultura industrial:

- Alimentos sanos para la población local (soberanía alimentaria)
- Medios de vida y culturas rurales
- La resiliencia al clima y otros impactos
- Menores emisiones de gases de efecto invernadero
- Menores costos de producción, menos endeudamiento
- Una mejor administración de los recursos productivos y la biodiversidad
- Una mayor autonomía y menor dependencia externa.

Manejar agroecológicamente no es pintar el agronegocio de verde ni agricultura climáticamente inteligente, así como tampoco orgánico de sello, de monocultivo y de sustitución de insumos para la exportación.

La agroecología está aportando las bases científicas, metodológicas y técnicas para una nueva revolución agraria a escala mundial. Los sistemas de producción fundados en principios agroecológicos son biodiversos, resilientes, eficientes, socialmente justos y constituyen la base de una estrategia energética y productiva fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria. La agroecología nos obliga a cuestionar y transformar las estructuras de poder en la sociedad, tenemos que poner el control de las semillas, la biodiversidad, la tierra y los territorios, el agua, el conocimiento, la cultura y los bienes comunes en manos de los pueblos que alimentan al mundo (Altieri, 2016).

Utilización de animales adaptados

Debido a las afectaciones derivadas del cambio climático la temperatura se incrementó significativamente en 1.1 °C, por lo que es importante tener en cuenta las razas y cruces más adaptadas a las condiciones actuales.

Por tanto, deben considerarse las razas de animales a utilizar, ya que las múltiples combinaciones (entre razas o líneas genéticas) permite formular diferentes alternativas productivas, dependiendo se privilegie la cantidad o la calidad dirigidas a mercados diferenciados, que es cada vez más demandada por los consumidores (Ghio y Nazareno, 2015).

La correcta elección de las razas/líneas para programas de cruzamiento es clave para aprovechar los efectos de complementariedad y de la heterosis, derivados de las diferencias genéticas entre poblaciones.

En muchos países del trópico coexisten sistemas tradicionales de producción; es decir, la crianza extensiva y de traspatio con la producción intensiva, en las que los cerdos se alimentan principalmente de recursos del medio natural, desperdicios y subproductos de cosecha. En estos sistemas prevalecen los cerdos localmente adaptados (criollo), que se caracterizan en sentido general por menor productividad que los de las razas mejoradas y mayor contenido de grasa en canal, y como consecuencia menos eficiencia en la utilización de los alimentos (Santana *et al.*, 2014). No obstante, la diversidad en los mismos confiere capacidad de adaptación y resiliencia frente al cambio climático, las enfermedades emergentes, las restricciones en la disponibilidad de alimentos y agua, así como en los cambios en las demandas del mercado (FAO, 2015). Estos pueden aportar mucho en el marco del desarrollo rural sostenible.

Producción de alimentos a escala local

El cerdo constituye una alternativa por ser una fuente de proteína de excelente calidad, además de presentar una alta tasa de producción, la cual puede sobrepasar las 2 t de carne por reproductora y es capaz de adaptarse a una amplia diversidad de sistemas de producción y alimentación (Figuroa, 1996).

La necesidad de hacer más económica la producción de cerdo, así como la competencia con la alimentación humana de algunos productos y la necesidad de disminuir la contaminación ambiental influyen en que la mayoría de los países en vía de desarrollo hayan comenzado a utilizar materias primas alternativas para sustituir importaciones de cereales y fuentes proteicas tradicionales utilizadas en la alimentación, y así lograr producciones porcinas ecológicamente sostenibles y eficientes (Montilla, 1994).

Los países tropicales no cerealistas y con escasez de fuentes proteicas se inclinan a buscar soluciones para la producción porcina. La estrategia consiste, según Figuroa y Ly (1990), en integrar los recursos naturales del trópico con tecnologías que permitan el desarrollo agropecuario de acuerdo con las características socioeconómicas de cada región, con un aprovechamiento máximo de los cultivos perennes tropicales de gran rendimiento de biomasa y energía renovable, como las especies arbóreas y arbustivas, la caña de azúcar, las leguminosas (granos y follajes) que puedan sustituir y superar eficientemente los cereales y las fuentes proteicas.

Forrajes energéticos

Saccharum officinarum L.

La caña de azúcar es un cultivo de gramínea perenne y resistente a las plagas y enfermedades, presenta el mayor potencial para la producción de biomasa por unidad de área y se caracteriza por su amplio espectro de adaptación edafoclimática. Es de las gramíneas más estudiadas en Cuba, pues constituyó el principal renglón productivo; su valor nutritivo se incrementa con la edad y con la mayor concentración de azúcares con relación a los componentes fibrosos, pero el aporte en proteína es muy bajo.

La caña fresca troceada y abierta al medio es apetecida por el ganado vacuno, cerdos y conejos.

El corte de la caña y utilización del trapiche en sus componentes principales permite diferentes usos para la producción de azúcar en la alimentación animal, energía y materias primas para otras industrias de derivados.

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; sin embargo, la miel rica, con digestibilidad aparente de 92% de la materia seca, no presentó problemas y se empleó con éxito para sustituir completamente los cereales en las dietas para cerdos entre 20 y 90 kg de peso vivo (Castro y Martínez, 2015).

Figueroa (1996) señaló que los procesos de clarificación, concentración y cristalización en el ingenio azucarero donde se originan las mieles, dieron lugar a la tecnología de la miel proteica concebida como un alimento integral. Una parte del jugo de caña se destina a la producción de meladura y la otra se fermenta para producir levadura torula líquida o en forma de crema. Esta mezcla se concentra hasta aproximadamente 70% de MS y el producto posee alrededor de 14-16% de proteína bruta base seca.

Cuando su producción se acopla a una planta integral de levadura de torula (*Candida spp*) ya existente, no es más que una mezcla de mieles enriquecidas o intermedias con levadura torula en forma líquida. La levadura se obtiene, a su vez, por la fermentación de las mieles finales de caña.

El análisis a diferentes mieles se presenta en el cuadro 2, alimentos básicamente energéticos de composición bastante elemental y de menor concentración de energía que los cereales.

Cuadro 2
Composición química de diferentes mieles de caña cubanas

Indicador en materia seca (%)	Miel rica	Miel A	Miel B	Miel final
MS	85.0	77.8	78.1	83.55
Nitrógeno	0.26	0.29	0.38	0.44
Cenizas	2.8	4.6	7.2	9.8
Azúcares totales	86.1	75.9	69.5	58.3
Sacarosa	28.6	63.4	57.1	40.2
Glucosa	29.3	6.4	5.2	8.9
Fructosa	28.2	6.1	7.2	9.2
ELN ¹	95.6	93.0	90.4	87.0
Sustancias orgánicas no identificadas	9.5	17.1	20.9	29.1

¹Extracto libre de nitrógeno menos azúcares totales.

Fuente: Figueroa y Ly (1990).

El valor nutricional en la dieta del cerdo viene dado por la adecuada suplementación proteica, la eficiencia de utilización de los azúcares solubles (sacarosa, glucosa y fructosa), el contenido de minerales y vitaminas con la necesidad de suplementación de estos elementos esenciales y el papel que desempeña la fracción de sustancias orgánicas no azúcares en el metabolismo del cerdo.

Cuando se utilizan derivados de la caña de azúcar que no provoquen diarreas, como las mieles de más alta calidad, y se diseñan comederos adecuados para que las crías no tengan acceso directo a las mieles, los resultados son satisfactorios. Se demostró que era posible la sustitución total de cereales y las fuentes proteicas convencionales por miel rica y levadura torula para las cerdas en todo el período de la lactancia, sin que se afectaran los indicadores productivos (cuadro 3).

Cuadro 3
Sustitución de cereales por miel rica en cerdas lactante

Indicador	Cereal	Miel rica
Consumo EM (Mcal/día)	16.13	16.18
Consumo proteína (g/día)	625	629
Peso de crías a 21 días (kg)	4.3	4.4
Mortalidad (%)	5.6	6.7
Pérdidas de peso de cerdas en lactancia (kg)	14.2	9.8

Fuente: Figueroa (1996)

El uso de la miel B en la ceba de cerdos con núcleo vitamínico proteico comparado con un suplemento de concentrado de cereales y harina de soya, no presentó diferencias en la ganancia diaria y el peso final, como fuente de alimentación alternativa (Almaguel *et al.*, 2010).

Cuando se utilizó jugo de caña y melaza con suplemento proteico, en cerdos cruzados Landrace x Yorkshire, las ganancias fueron altas de 630 y 772 g/animal, respectivamente, debido a que la miel tiene un mayor aporte de MS y energía (Nossa-Hernández, 2018).

Después de realizar diferentes estudios con los derivados de la caña, en los que la miel jugó un papel importante, en la década de los noventa se iniciaron las investigaciones en la fermentación en estado sólido de la caña y su utilización en dietas de rumiantes y de monogástricos.

Al proceso de fermentación en estado sólido se le denominó “saccharina” (Elías *et al.*, 1990), alimento energético, con un valor proteico similar al del maíz, pero con alto contenido de fibra. En las diferentes categorías se utilizó la inclusión de saccharina en la ración de cerdos (cuadro 4).

A diferencia del resto de los monogástricos, los cerdos por su relativa mayor capacidad para digerir la fibra dietética realizan mayor consumo del alimento.

Cuadro 4

Máximos niveles de inclusión

Categoría	Saccharina (%)
Precebas porcinas (7 a 30kg)	20
Cerdas gestantes	40
Cerdas lactantes	20

Fuente: Valdivié *et al.* (2012a).

Castro-Perdomo *et al.* (2020) señalaron que, en la ceba porcina (30-119 kg) con dietas basadas en miel B y pienso, la saccharina puede sustituir 30% y, por su relativa mayor capacidad para digerir la fibra dietética, hacen mayor consumo de este alimento las cerdas lactantes, donde la saccharina llega a constituir hasta 90% de la ración.

Raíces y tubérculos

En el trópico en el contexto actual de emergencia climática, la escasez de combustibles, los problemas económicos, las afectaciones por la pandemia, la alternativa no debe ser importar carne o importar cereales y fuentes proteicas convencionales, porque se continuaría con una política de dependencia coyuntural, la mejor opción es utilizar sistemas de producción local no convencionales, considerar la fuente energética que representa la caña de azúcar y los tubérculos, para el caso de la proteína, la soya puede ocupar un porcentaje y los cultivos proteínicos permanentes el resto.

Manihot esculenta (yuca)

En el caso de los tubérculos, los más estudiados son la *Manihot esculenta* (yuca) y la *Ipomoea batata* (boniato) como fuentes energéticas, en sustitución del maíz, y se utilizan la raíz y el follaje. La yuca es nativa de zonas tropicales de América, se producen 34 millones de toneladas de raíz/año (con rendimientos de 12.5 t/ha); no obstante, los principales productores son el continente africano con 103 millones de t/año (con rendimientos entre 8 y 9 t/ha) y Asia, que produce aproximadamente 58 millones de t/año (con rendimientos entre 16 y 17 t/ha/cosecha) (Bernal *et al.*, 2012a).

La yuca es un cultivo de subsistencia que se establece en cualquier época y puede permanecer bajo tierra durante largos períodos de tiempo con un amplio espectro de adaptación edafoclimática, pues tolera la sequía, crece en suelos pobres y es resistente a las plantas arvenses y a las plagas. Anualmente se generan 196 millones de toneladas de raíz de yuca, de las cuales 52% se utiliza para el consumo humano, 28% para el consumo animal y 18% para procesos industriales. La tecnología hiperproductora de follaje se basa en altas densidades (50 000 y 112 000 plantas/ha) con un porte de 1.8 m de altura y abundancia de hojas desde el suelo que garantizan alta producción de follaje; no obstante, para lograr rendimientos de 90 t/ha/año es necesario regar en época de seca y fertilizar (sin riego no se alcanzan más de 50 t/ha/año), efectuar tres cortes y una explotación de 2.5 años, sin necesidad de sembrar. El corte puede ser manual o mecanizado y debe

ser molida y secada al aire por 24 horas para eliminar los glucósidos cianogénicos y el ácido cianhídrico (Valdivié *et al.*, 2012b).

Figuroa (1996) caracterizó la *Manihot* como un tubérculo de alto rendimiento, se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas con resistencia al estrés; en la práctica es un cultivo de subsistencia, donde difícilmente otros cultivos pudieran competir; posee el potencial de producir a bajo costo con variedades locales y prácticas agronómicas tradicionales en condiciones marginales y se puede incluir en las raciones en mayores porcentajes que la batata (*Ipomea batata*) y la banana (*Musa paradisiaca*); posee características similares al jugo de caña o miel rica en su naturaleza química; relativa pureza en la composición química y la raíz está constituida principalmente por la fracción de extracto libre de nitrógeno; las propiedades son diferentes a los derivados solubles de la caña; está prácticamente libre de proteína, grasas, fibra y cenizas; alta digestibilidad de la materia seca y la energía; la energía metabolizable es similar a la del maíz y la fracción de extracto libre de nitrógeno está constituida fundamentalmente por almidones en lugar de azúcares.

Es reducido el contenido de aminoácidos (muy pobre en metionina y cistina), el contenido de minerales supera al del maíz y otros cereales, el de vitaminas es limitado, sólo rica en vitamina C, por lo que debe ser suplementada con vitaminas hidrófilas y liposolubles. En la pulpa se concentran los carbohidratos digestibles y asimilables y en la cáscara la mayor proporción de proteína, aminoácidos, grasa, fibra y cenizas. Lezcano *et al.* (2017) coincide con Figuroa (1996) y agrega que esta planta es bien conocida y nativa de América tropical, con hábito de crecimiento perenne y grandes reservas de energía en forma de almidón después de ocho meses de sembrada; requiere menos insumos y menos exigencia de agua; puede sembrarse en suelos que van desde muy fértiles a menos fértiles.

Para su utilización deben considerarse las características de estos alimentos, tales como: la agrotecnia y formas de cosechas (puede ser manual y mecanizada) generan insumos no renovables, son cultivos básicamente energéticos y de baja concentración de nutrientes, poseen alta humedad, son voluminosos y perecederos, requieren de procedimientos de preparación, tienen en mayor o menor medida factores antinutricionales y pudieran competir con la nutrición humana en poblaciones con baja disponibilidad de alimentos.

El contenido de factores antinutricionales se encuentran en menor porcentaje en la yuca dulce; no obstante, las formas más utilizadas para reducir el contenido de glucósidos cianogénicos y el ácido cianhídrico de la raíz son las siguientes:

- Moler y secar al sol, moler y secar con vapor, moler y secar con gases, trocear y cocer en agua
- Descascarar, trocear y cocer en agua
- Moler o picar, orear 24 horas
- Ensilar.

Cuando se realizan altos consumos se debe suplementar con fuentes de minerales en forma de sulfatos, el azufre reacciona con el ácido cianhídrico y evita la intoxicación (Bernal *et al.*, 2012a).

La sustitución de 20% de maíz por harina integral de yuca presentó los mejores resultados sobre las variables productivas de cerdos en crecimiento (Pochon *et al.*, 2010).

Se demostró que las cerdas en el período de lactancia alimentadas con yuca en forma fresca o harina (cuadro 5) y suplementadas de forma adecuada, logran un comportamiento reproductivo similar al de cereales (Figueroa, 1996).

Cuadro 5

Cerdas lactantes alimentadas con harina de yuca como única fuente energética

Indicador	Maíz	Harina de yuca	Maíz	Yuca fresca
Ganancia en lactancia (kg)	11.0	12.4	11.0	7.5
Crías nacidas	10.8	10.1	10.8	9.3
Peso de crías (kg)				
Al nacer	1.18	1.22	1.18	1.36
Al destete (35 días)	6.00	6.80	6.00	7.63

Fuente: Figueroa, 1996.

El follaje de yuca posee un alto valor nutritivo en forma de harina, contiene 90% de MS, 22.9% de proteína bruta y 14% de fibra bruta en función del clon empleado, fertilidad del suelo y edad. En el caso de la edad de corte por encima, de 3-4 meses, disminuye el contenido de proteína y aumenta el de fibra (Valdivié *et al.*, 2012b).

La utilización de raíz de mandioca en diferentes porcentajes (33, 66 y 100%) en sustitución del maíz como recurso energético en la alimentación de cerdos, en los dos primeros tratamientos no presentó diferencias con el control en consumo y ganancia de peso vivo, por lo que es una opción viable en la alimentación de estos animales (Koslowski *et al.*, 2017).

Otro procedimiento es el yogurt de yuca, el cual es fácil de preparar por los pequeños y medianos productores; es apetecible para los cerdos; puede tener elevado nivel de inclusión en las dietas para ceba y cerdas gestantes (entre 60 y 80%); se puede emplear en lugar de agua, suero de leche, crema de *saccharomyces*, crema de torula, vinaza de destilería de alcohol y también se puede enriquecer con residuos de la pesca o matadero. En esta tecnología se puede emplear la yuca no apta para el consumo humano, implica pelar, trocear y colocar la yuca con agua en un tanque que no sea metálico, donde el agua debe cubrir 5 cm por encima del tubérculo, se le agrega el yogurt de soya en una proporción de un litro de yogurt por 50 kg de yuca, se tapa en forma hermética el tanque y a los 11 días se homogeniza el contenido y se ofrece a razón de 3 L/animal/día; es decir, hasta 70% de inclusión en la dieta. Este alimento puede ofrecerse durante cuatro meses después de fabricado (Milera *et al.*, 2014).

Ipomea batata (batata, boniato, papa dulce, camote)

Es originaria de América tropical y se cultiva en más de nueve millones de hectáreas cada año en el mundo, con rendimientos promedio de 15 t de raíz/ha/cosecha. Es una

excelente fuente de energía, rica en almidón y tradicionalmente cocida (incluida la parte aérea) en consumo humano. Aproximadamente, 25% de su producción se destina al consumo animal en Asia y China. Los animales consumen el follaje fresco troceado o ensilado. Posee un ciclo de vida corto de 80-120 días y en el trópico se cultiva todo el año si dispone de riego. En Cuba, con el INIVIT B-50, se obtienen rendimientos de más de 50t/ha en un ciclo de cosecha entre 110 y 120 días, y disminución del Tetuán en menos de 4.6% por ataque del insecto (*Ciras formicarius elegantulus*) conocido como Tetuán (Morales-Rodríguez *et al.*, 2017).

La raíz contiene como promedio 30% de MS y 88% de inhibidores de la tripsina del grano de soya, por lo que debe ser cocida o sometida a tratamiento térmico (100-120 °C, al sol no es suficiente), antes de ofrecerla a humanos y animales, pues de lo contrario la digestibilidad de la proteína se deteriora significativamente.

Para los cerdos puede usarse fresco, deshidratado o cocinado, y el follaje (bejuco) de boniato es apreciado por su contenido proteico y estimulante de la producción de leche en las cerdas lactantes, aunque Díaz *et al.* (2012) informaron que, con el incremento del nivel de follaje de boniato en la dieta, la digestibilidad de los nutrientes es menor, lo que consideraron se debía al efecto de la fibra consumida

La raíz cocida y troceada se pone al sol, su harina es pulverulenta, por tal razón se peletiza o se le adicionan lípidos o mieles para mejorar su consistencia. Cuando está afectada por el Tetuán, le confiere un sabor amargo, los cerdos dejan de consumirla si está en altos porcentajes en la ración (Bernal *et al.*, 2012b).

Almaguel *et al.* (2016), en un estudio de sustitución de maíz por ensilaje de boniato (que contenía boniato, miel B de caña de azúcar, crema de levadura *Saccharomyces* y vinaza) recomendaron la inclusión de hasta un 66%.

En Cuba se desarrolló una tecnología a escala industrial para ensilar productos agrícolas (yuca, boniato, plátano, ñame) aptos o no para el consumo humano, en una mezcla de miel B, crema de levadura *Saccharomyces* y vinaza de destilería. La tecnología dispone de áreas de pesaje, recepción y muestreo de materias primas, almacenamiento, transportación y molinado, mezclado, ensilaje, despacho, laboratorio y socio-administrativo (Vázquez-Peña *et al.*, 2019).

A partir de un estudio realizado por Mejías *et al.* (2019), en fincas ubicadas en las provincias de Mayabeque y Artemisa de productores porcinos en Cuba, se concluyó que los pequeños y medianos productores porcinos que disponen de suelos con potencialidades pueden producir parte de sus necesidades de la proteína y casi todos los alimentos necesarios en la alimentación de cerdos, cuando utilizan cultivos en rotación con otras plantaciones.

Plantas proteínicas arbóreas y arbustivas

Los bancos forrajeros son las partes de la finca que se siembran con altas densidades de especies forrajeras energéticas y proteínicas para utilizarlas en el período poco lluvioso, o según requerimientos, para la alimentación animal como complemento de la ración.

Las especies arbóreas crecen bien en épocas de sequía, mejoran las características del suelo, proporcionan servicios ambientales (secuestro de carbono, aumento de la biodiversidad y conservación del agua), altos contenidos de proteína y cultivos permanentes.

Para seleccionar las arbóreas se debe tener en cuenta que soporten las podas frecuentes, rebroten con facilidad, rápido crecimiento, buena producción de hojas, alta calidad nutritiva en la época seca y se adapten a diferentes condiciones de suelo y clima (Milera, 2016).

Por su amplia diversidad, los árboles y arbustos se adaptan bien a las condiciones naturales del trópico, ofrecen grandes perspectivas por sus multiusos desde el punto de vista biológico, económico y ambiental.

El valor nutritivo potencial de los follajes de árboles y arbustos depende, entre otros factores, de la calidad nutritiva de la fracción fibrosa, que incluye la estructura de sus paredes celulares, el origen y la naturaleza, además de sus propiedades físicas que permiten predecir sus efectos en las funciones gastrointestinales y metabólicas del organismo animal. Así como de los metabolitos secundarios, entre ellos los taninos condensados o hidrolizables presentes, que se pueden unir a las proteínas endógenas en el intestino, que afectan la absorción de otros macronutrientes debido principalmente a la inhibición de las enzimas involucradas en el proceso digestivo y a las enzimas microbianas que intervienen en la fermentación (Savón *et al.*, 2017).

Morus sp (Morera)

La morera tiene su origen en el continente asiático, de China o de la India; hay evidencias de que, en dicho continente, desde hace alrededor de 5 000 años (Ye, 2001), tuvo sus inicios la sericultura y con ella la domesticación de la morera, y el hecho de ser una especie cosmopolita es extremadamente difícil situar con seguridad el origen de esta planta; no obstante, varios autores señalan al Himalaya como el lugar más probable de origen (Martín *et al.*, 2017).

Se distribuye en casi todo el mundo, tanto en áreas templadas como tropicales, sólo la especie *M. rubra* es oriunda de América (Sánchez, 2002).

M. alba se adapta a diversos tipos de suelos, principalmente en aquellos que presentan mayor fertilidad, buen contenido de materia orgánica. En general, crece muy bien, tanto en suelos porosos y profundos como en aquellos de topografía plana con pendientes inferiores a 40% (Pentón, 2015). Prefiere un pH entre 6.5 y 6.8, aunque es tolerante a la acidez y la salinidad. Las investigaciones vinculadas a la evaluación del germoplasma permitieron identificar las vías de multiplicación de 16 variedades; se comprobó que indonesia, criolla, tigreada, acorazonada y cubana se reproducen eficientemente por vía agámica; así como los híbridos IZ-13/6, IZ-15/7e IZ-56/4 y las selecciones IZ-64 e IZ-40, aunque la respuesta de estos fue menos precoz en términos de supervivencia, número de brotes por estacas, longitud de las ramas y cantidad de hojas desarrolladas por plantas (Martín *et al.*, 2018).

En Cuba, se realizaron múltiples estudios en *M. alba* en diferentes temas, entre ellos el manejo agronómico del forraje para la alimentación en diferentes especies animales y condiciones edafoclimáticas, la determinación del valor nutritivo para rumiantes y

monogástricos, su uso medicinal y su empleo en la crianza del gusano de seda (Martín *et al.*, 2014).

Contino y Ojeda (2006), al ofertar morera fresca en 37% de la MS total del alimento, observaron buena respuesta reproductiva en hembras porcinas; mientras que Almaguel *et al.* (2010), al sustituir hasta 20% del Nuprovim (núcleo de proteína, vitaminas y minerales), no observaron diferencias entre ambos tratamientos. Ly *et al.* (2017), por su parte, informaron que la inclusión del 30% de harina de morera en dietas para cerdos no favorecía la digestibilidad rectal de los nutrientes dietéticos, esta información coincidió con Leiva y Quiñones (2002), quienes al sustituir 14% del concentrado por harina de morera observaron afectación en la digestibilidad de los nutrientes y sólo recomendaron un 7% de inclusión. Resultados similares obtuvieron Leiva *et al.* (2010) quienes, al incrementar el porcentaje de harina de morera en la dieta de cerdos en crecimiento, obtuvieron disminución en el consumo de alimento, lo que influyó en la ganancia de peso vivo, no así en la conversión alimenticia, por lo que la eficiencia alimenticia se correspondió con el alimento consumido.

Muñoz (2003), en un estudio con cerdas gestantes, al disminuir el alimento concentrado a 25% con ofertas de morera fresca, a voluntad, no encontró afectación en el comportamiento de los animales.

Los estudios con harina de morera en la ceba porcina reportan niveles de inclusión entre 20 y 25% del alimento ofertado, además de utilizar dietas isoproteicas en sustitución del concentrado por morera; también se utilizaron como fuentes energéticas el *Sorghum bicolor*, la harina de boniato y la miel B. Como resultado se obtuvo que las ganancias de peso entre tratamientos fueron similares entre sí, pero difirieron del control. Esta respuesta indica que el cambio del concentrado por otras fuentes alternativas introduce modificaciones en la disponibilidad y asimilación de los nutrientes (Martín *et al.*, 2018). No obstante, la sustitución del suplemento importado permitió alimentar un mayor número de animales y contribuir a la soberanía alimentaria.

Tithonia diversifolia (girasolillo, botón de oro, margaritona, margarita gigante y margarita isleña) es originaria de América central y posee un amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2 500 m, precipitaciones desde 800-5 000 mm y en un amplio rango de suelos desde los ácidos hasta los neutros y de suelos pobres a fértiles.

Se evaluaron las características botánicas y de desarrollo de 29 materiales colectados de *Tithonia diversifolia* en cinco provincias del centro-occidente de Cuba, mediante análisis multivariado. Se constató que en la estación lluviosa se explicó 81.16% de la variabilidad, mientras que en la poco lluviosa fue de 94.34%. Las variables de mayor preponderancia fueron hojas totales, verdes, amarillas, secas y caídas/planta y tallos/planta, todas con relación positiva (Ruíz *et al.*, 2018).

Ruíz *et al.* (2019), reportaron la composición química de la *tithonia* a diferentes edades de corte; el mejor período fue entre 70 y 90 días con un contenido de proteína bruta de 24.2 a 24.4%, proteína verdadera entre 20.8 y 22.6%, fibra neutro detergente (FDN) de 33.3 a 37.3%, lignina con 5.5 a 6.9%, fibra detergente ácido (FDA) de 28.8

a 30.9%, celulosa de 21.1 a 24.6%. Con excepción del contenido proteico que disminuyó, la fibra y sus fracciones, así como la fibra ácido detergente (FAD) se incrementaron con la edad de corte.

Para la pequeña y mediana producción porcina, Savón *et al.* (2017) utilizaron la harina de *tithonia* secada al sol y molinada a partir de la planta integral, que fue cosechada entre 90 y 100 días, asimismo utilizaron una sustitución de 10% en el pienso de inicio en cerdos al destete, para los cuales observaron una reducción de las ganancias de peso. No obstante, reportaron que era posible la sustitución hasta el 10% del pienso para cerdos en crecimiento, lo que pudo estar influido por la edad de corte porque con 80 días de edad, alcanzó ganancias aceptables en las categorías de destete y crecimiento-ceba, con la sustitución de pienso entre 5 y 10%, respectivamente.

También es posible constatar un efecto antiparasitario a partir de la eficacia *in vivo* de la suplementación de *Tithonia diversifolia* en bovinos jóvenes, la cual evidenció una reducción del conteo fecal de huevos (150 hpg y 450 hpg) para el PPLL y PLL, respectivamente.

Moringa oleifera Lam 1783 (moringa, flor de Jacinto, palo jeringa, perla de oriente, murunga)

Es una arbustiva originaria de la India y tradicionalmente utilizada en países asiáticos y africanos como alimento humano, alimento animal y purificador de aguas, con propiedades especiales para la recuperación de los niños desnutridos y la prevención de la ceguera, entre otras. Prefiere suelos arenosos y no los arcillosos pesados o encharcados, por debajo de los 1 000 msnm.

Constituye uno de los árboles multipropósitos más demandados por la población mundial en los últimos años, debido fundamentalmente a sus excepcionales propiedades medicinales y además a su uso como alimento animal y humano, como bioplaguicida, cerca viva, cortina rompeviento y en el control de vectores e infecciones provocadas por microorganismos (Ashfaq y Ashfaq, 2012; Martín *et al.*, 2013).

Esta planta puede rendir elevadas cantidades de forraje con alrededor de 17% de proteína bruta, su contenido en sustancias antinutricionales es bajo y se informaron buenos resultados en la alimentación de cerdos (Padilla *et al.*, 2018).

En el caso de la harina de forraje de moringa (tallos + hojas) de 35 a 60 días entre cortes y con una buena relación hoja:tallo (45:55) el contenido de proteína bruta en la materia seca (MS) varía entre 15.29 y 22.60%, con una media de 19.28%, lo que significa que una harina de forraje de moringa de buena calidad contiene 88% de MS como promedio y alrededor de 16.97% de proteína bruta (Rodríguez *et al.*, 2012).

El contenido de aminoácidos de la hoja de moringa es elevado y bien balanceado, por lo tanto, se puede emplearse en la dieta animal. La energía metabolizable (EM) de la harina de forraje de moringa (tallo + hoja) de 45 a 65 días por corte se estima entre 1.7 y 1.9 Kcal de EM/kg para las aves y 2.25 Mcal/kg de energía digestible (ED) para los cerdos; se considera que sus valores son similares o mejores a los de la harina de forraje de alfalfa.

Mora *et al.* (2015) consideraron que en cerdos de bajo peso al destete era posible sustituir el 6% del pienso comercial de crecimiento por la harina de follaje de moringa.

La digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, la proteína bruta y la fibra neutra detergente se mantiene estable en cerdos en crecimiento con la inclusión de hasta un 20% de la harina de forraje de moringa en la ración. Desde el punto de vista digestivo, el 20% es un nivel de inclusión excelente para esta categoría. El efecto de la planta como aditivo con inclusión hasta un 1.5% en cerdos destetados de cruce comercial, mostró mejoras en los indicadores de salud, frecuencia de presentación de diarreas, neumonías y la mortalidad (Ayala *et al.*, 2018).

Aditivos

Los aditivos se clasificaban en nutritivos (aportan nutrientes como aminoácidos) y no nutritivos (promotores de crecimiento, enzimas y otros); actualmente se clasifican en cuatro categorías: aditivos tecnológicos, aditivos organolépticos, aditivos nutricionales y aditivos zootécnicos (Núñez, 2016). En estudios en Cuba realizados con aditivos, se evaluaron enzimas, prebióticos (tallos de *agave fourcroydes* o henequén), el aditivo vinaza (concentrado de destilería), la zeolita, el Vitafert y Nuprovit, entre otros.

En el caso de los microorganismos, los autores recomiendan las levaduras y hongos de las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*, respectivamente, y señalan la importancia para la nutrición, la producción y la salud (García-Hernández y García-Curbelo, 2015).

Zeolita

Al evaluar el efecto de la incorporación de zeolita en tres niveles: 2, 4 y 6%, como promotor de crecimiento sobre el peso corporal, el aumento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y espesor de grasa dorsal en dietas para cerdos, con un peso promedio de 18.75 kg; se observó que el peso corporal (kg), el aumento diario de peso (kg/día), los consumos promedios diarios de alimento y la conversión alimenticia mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, a favor de 6% de inclusión (Meléndez-Vera y Rodríguez-Ayala, 2009).

La zeolita utilizada en cerdos recién destetados con acceso a miel B y 5% del mineral natural incrementaron las ganancias de peso, a niveles que se aproximaron a una dieta convencional de maíz y en cerdos en crecimiento con igual tratamiento, la respuesta fue positiva (Castro, 2005).

VITAFERT

Está compuesto por microorganismos vivos y ácidos orgánicos de cadena corta, reduce la incidencia de diarreas, aumenta la ganancia de peso vivo, favorece la absorción de nutrientes y estimula el sistema inmune (Elías y Herrera, 2011; Beruvides-Rodríguez, *et al.*, 2018; Beruvides, 2019). La sustitución parcial de los cereales de la dieta en cerdos durante la etapa de preceba, permitió la inclusión hasta de 20% de VITAFERT con ventajas económicas (Castro y Martínez, 2015).

Con el propósito de evaluar el comportamiento productivo y de salud de cerdos en crecimiento-ceba, se estudiaron tres niveles del aditivo (5, 10 y 15 mL/kg de PV), el VITAFER se obtuvo sustituyendo la miel final por azúcar crudo para consumo animal y las materias primas fueron: maíz, harina de soya, urea, sal mineral, sulfato de amonio, azúcar crudo y 1 L de yogurt natural. A medida que se incrementaron los niveles de VITAFERT® hubo un ascenso ($p < 0.001$) en la ganancia media diaria de peso vivo (0.64, 0.64, 0.71 y 0.75 kg), lo que trajo consigo un aumento ($p < 0.001$) en la ganancia total de peso vivo al final de la crianza (57.36, 57.36, 64.30 y 67.68 kg). La conversión alimentaria (kg de MS por kg de aumento de PV) fue favorecida por el aumento ($p < 0.001$) de las dosis del producto, con valores de 4.38, 4.37, 3.90 y 3.73. Al incluir el aditivo zootécnico hubo una disminución en la incidencia de diarreas (Beruvides-Rodríguez *et al.*, 2018).

Residuos proteicos de destilería de alcohol

En estudios de sustitución parcial del pienso (0, 10 y 20% durante las primeras cinco semanas postdestete) por residuos proteicos de destilerías de alcohol (RPD), no se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el peso vivo, la ganancia diaria y la conversión base seca del alimento durante la etapa en que consumieron los RPD. Lezcano y Castañeda (2002) recomendaron la inclusión de 20% de este producto para la alimentación de los cerdos en crecimiento; mientras que en la etapa de ceba final con dietas de pienso y miel B y niveles de 0, 30 y 60% en sustitución del pienso, se logró sustituir el 30% del concentrado.

También en las plantas de producción de alcohol, a partir de las mieles, se obtienen desechos importantes para incluir en la alimentación animal; por ejemplo, con la vinaza concentrada en la dieta de cerdos en ceba es posible utilizar hasta el 10% como componente del alimento ensilado (AEC), con excelentes resultados en la conservación del producto y en el comportamiento productivo de los animales (Castro-Perdomo *et al.*, 2020; Vázquez-Peña, 2019).

Microorganismos nativos IHPLUS

Los microorganismos nativos IHPLUS los conforman una población mixta de bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas sp.*), actinomicetos (*Streptomyces sp.*), mohos (*Aspergillus sp.* y *Mucor sp.*), levaduras (*Saccharomyces sp.* y *Candida sp.*) y bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus sp.* y *Streptococcus sp.*), que cuentan con avales de su eficiencia como probióticos. Su uso constituye una tecnología amigable con el medioambiente, pues su elaboración es únicamente con microorganismos que existen en la naturaleza y sin manipulación genética (Díaz-Solares *et al.*, 2021).

Blanco-Betancourt *et al.* (2017), al evaluar la inclusión del biopreparado IHPLUS en preceba de porcinos (80 y 120 mL/cerdo/día), la mayor dosis ejerció el mejor efecto con una tasa de recuperación de 100%, y 0% de mortalidad. En una ceba porcina al evaluar tres dosis de 40, 80 y 120 ml/cerdo/día, se obtuvo una ganancia media diaria mayor que el control, lo que permitió disminuir el ciclo de ceba. En este sentido, los ingresos

económicos por cerdo fueron mayores con el empleo del IHPLUS, y en particular con la dosis de 40 ml con un incremento de 15.4% en la ganancia, respecto al tratamiento control (Ojeda-García *et al.*, 2016).

En una unidad de cría porcina, en cerdas lactantes del tipo Yorkshire x Landrace, se ofertó el IHPLUS a razón de 250 mL/animal y también a sus crías (1 L/5 000 L de agua). El mejor resultado en peso vivo correspondió al tratamiento experimental con IHPLUS, con relación al control (187.68 kg *versus* 184.32 kg), y de igual forma en la conversión alimentaria. El peso al destete a los 28 días de edad resultó adecuado (Montejo-Sierra *et al.*, 2017).

NUPROVIM

El diagnóstico/pronóstico de la cadena productiva de la carne de cerdo en Cuba identificó que, el factor crítico que en mayor medida afecta el desempeño de este sistema, es la carencia de una base alimentaria nacional que pudiera sustentar el crecimiento sostenible de la producción de carne de cerdo y reducir significativamente su alta dependencia de la importación de alimentos. Un ejemplo de ello es la tecnología basada en Nuprovim, miel B y otros alimentos locales para cerdos en crecimiento y ceba probada experimentalmente y evaluada con resultados satisfactorios en diferentes sistemas productivos del país (Mederos, 2012).

Esta tecnología consiste en un sistema de alimentación compuesto por la preparación de un núcleo que contiene las fuentes de proteína, vitaminas y minerales a emplear en la dieta de los animales, denominado Nuprovim. Este se complementa desde el punto de vista energético para conformar una dieta balanceada con la miel B de caña de azúcar, procedente de la industria azucarera, así como con otros alimentos alternativos producidos o acopiados localmente por los productores del sector cooperativo/campesino (torta de girasol, sorgo, subproductos del trigo y del arroz, follajes, forrajés, frijol de soya, yuca, boniato, guarapo, plátano de rechazo, desperdicios de la alimentación humana cocinados, residuos de cosecha, residuos de pescado, palmiche, azúcar de barredura, suero de leche y otros residuos agroindustriales).

En torno a la efectividad del proceso de extensión de esta tecnología, Ramírez *et al.* (2019) validaron la misma para cerdos en crecimiento y ceba, mientras que Almaguel *et al.* (2019) evaluaron la efectividad del proceso de generalización en el sistema productivo cooperativo/campesino de 15 empresas porcinas durante el período 2010-2017, en ambos casos se favorecieron los principales indicadores del desempeño del sistema productivo, y la producción y acopio de alimentos locales aumentó. Los autores consideraron que la metodología y las herramientas utilizadas fueron efectivas y garantizaron la generalización de esta propuesta tecnológica en 160 municipios de las 15 provincias del país, con alto grado de apropiación por parte de los productores (Almaguel *et al.*, 2019).

Cerdos en pastoreo

El manejo del cerdo al aire libre en el mundo acumula experiencias y resultados que generaron un conjunto de requisitos que deben cumplirse, relacionados con el propósi-

to del sistema de pastoreo, el suelo, el clima, la raza, la categoría del animal, la calidad nutritiva de la ración y el reciclaje, entre otros, no es lo mismo manejar cerdos a pastoreo con arbóreas y plantas herbáceas que crecen espontáneamente al aire libre, que el manejo intensivo en especies mejoradas de gramíneas asociadas a leguminosas y plantas arbóreas.

Existen principios del manejo agroecológico que deben cumplirse, tales como cuestionar y transformar estructuras, no reproducirlas; formación para luchar y transformar, no para conformarse; actuar desde la cultura y la espiritualidad, no desde el productivismo, sin descuidar la producción; (re)significar y (re)componer las relaciones territoriales y socioambientales (Val y Rosset, 2022).

Cuando se emplea un enfoque sistémico con manejo agroecológico, se tiene en cuenta el sistema de pastoreo, como la relación suelo-agua-planta-animal-clima-energía-hombre, es una tecnología de proceso y tener sembrada, establecida y cercada el área no significa que, al comenzar la rotación, ya tenemos el sistema; el sistema se construye en el tiempo, con el ajuste del manejo en cada lugar. La adaptación de los sistemas agroecológicos no es ni importable ni exportable, sólo pueden tenerse en cuenta las leyes y los principios, es una construcción social, de innovación local (figura 1).

Figura 1

Elementos a considerar en el manejo del pastoreo de un sistema racional intensivo

Intensificación: incremento de la productividad (producción por unidad de área). Aumento en la eficiencia de uso de los recursos productivos.			
Suelos. Alta descarga de excretas	Especies con valor nutritivo adaptadas (A-RE)	Construcción de parcelas o potreros suficientes para la rotación y el reposo (A-RE)	Alta carga instantánea en equilibrio el pasto y el animal (A-RE)
Pastoreo en punto óptimo. Estado fenológico-calidad-disponibilidad para la entrada de los animales (A)	Tiempo de ocupación según presión de pastoreo. Disponibilidad de MS por animal. Cubrir necesidades (A)	Reposo. Si el reposo permite la recuperación del pasto, no hay sobrepastoreo (A-RE)	

A: Adaptación. RE: Reducción de emisiones.

No existen fórmulas para manejar gramíneas mejoradas y leguminosas en monocultivo o asociadas que permitan producciones aceptables sin divisiones, sin abonos, con alta carga en suelos no aptos, sin detrimento de los animales y de la persistencia de las especies, así como del deterioro del ecosistema. Para lograrlo, se deben aplicar los principios de las experiencias innovativas generadas por las investigaciones y las experiencias de los tenedores de animales y así realizar los ajustes a cada condición y en equilibrio el suelo, las especies y los animales.

En las categorías de hembras para reposición, cerdas gestantes y cerdas lactantes en pastoreo, existen varios factores a tener en cuenta. Con abundante oferta de forraje, el cerdo, cuando entra a la parcela, consume rápidamente gran cantidad de pasto, hasta la saciedad; luego, cesa y se dedica a recorrer la parcela, hozar o reposar. La disminución de la calidad de la especie es proporcional a su utilización, y el consumo se reduce, notablemente, con las altas temperaturas (Bauza, 2005).

En el manejo intensivo del pastoreo se debe tener en cuenta el suelo, el valor nutritivo de las especies, el número de parcelas que permitan el reposo, la recuperación y la persistencia del estrato herbáceo, la infraestructura que sea de fácil manejo, si es posible la topografía con pendientes no superiores a 10 grados, sin problemas de drenaje y minimizar la escorrentía hacia cursos de agua, incluir árboles para sombra que proporcionen menor estrés calórico. Pastorear en el momento óptimo es cuando la disponibilidad y calidad de la hierba son idóneos para ser pastada, el manejador es el encargado de determinar la entrada al cuartón y no podrán listarse recomendaciones de tiempo a partir de resultados en otros lugares, el manejo es contextual.

Los animales necesitan adaptarse previamente al consumo de alimentos fibrosos, tener en cuenta la selección del genotipo, según las condiciones del clima, establecer la carga global en función de la categoría animal y la disponibilidad de pastos, tener en cuenta que el pasto es un alimento voluminoso y en animales jóvenes, su uso es más limitado por su capacidad de consumo; al estimar los requerimientos en pastoreo, necesitan 10-15% más de alimentos que el calculado para confinamiento.

Pietrosemoli y Green (2009) evaluaron tres niveles de cargas: 10, 15 y 25 cerdas adultas/ha, y sugieren emplear cargas inferiores a 25 cerdas adultas/ha. Por otro lado, en la categoría de cerdas lactantes, Bauza (2005) señaló que el pastoreo posee un efecto favorable en la producción de leche. El aporte de nutrientes para la lactación de los ácidos grasos volátiles, producidos en el intestino grueso como resultado de la fermentación de la hemicelulosa y celulosa, son una fuente energética inmediata que se incorporan rápidamente al proceso de lactosíntesis, esto explica la mayor producción de leche de las cerdas mantenidas sobre pasturas; no obstante, el aporte de energía proveniente de esta fuente no es suficiente para mantener la producción de leche, que será sostenida a partir del alimento concentrado ingerido y de las reservas corporales depositadas durante la gestación, debido a gastos energéticos relacionados con el mantenimiento de la temperatura corporal y el ejercicio, cubrir requerimientos nutricionales; atender la reproducción, la salud y el parasitismo, el pastoreo no exime a los animales de estas afectaciones.

Procurar mantener la cubierta con tapiz vegetal, y la persistencia evita la erosión (Barlocco, 2011; Bell y Cracco, 2011; Campagna *et al.*, 2011; Pietrosemoli *et al.*, 2020).

Aunque no se encuentra ubicado en el trópico, en Uruguay disponen de experiencias y resultados en el manejo de cerdos en pastoreo y utilizan la raza criolla Pampa Rocha y sus cruces, en diferentes formas de pastoreo (Carballo-Sánchez *et al.*, 2021); en México emplean el Pelón mexicano (Hernández *et al.*, 2020); en Colombia hay varios tipos de cerdos criollos, el predominante es el Zungo; en Venezuela se aplica el programa de Vitriñas Tecnológicas Demostrativas (VTD), en pequeña escala familiar y transforman las

existentes; en el noreste de Brasil utilizan el manejo con razas locales de forma extensiva y de subsistencia, así como el manejo a sogá.

Cuando se trabaja con alimentos alternativos existen dos aspectos importantes la instalación de los animales y el área de procesamiento y conservación de los alimentos.

En las condiciones tropicales independiente de los tipos y materiales de construcción utilizados, es importante tener en cuenta el diseño, la orientación, el espacio vital, la disposición de las secciones de las categorías, la disponibilidad de agua y la higiene. En el diseño de las instalaciones se incluyen: 1. La convivencia de las cerdas lactantes con sus crías, debido a los mayores niveles de mortalidad; 2. La presentación del estro y la efectividad de la gestación; 3. El comportamiento productivo en la etapa crecimiento-ceba y 4. La facilidad de evacuar los residuales.

En el caso del trópico, cuando no se dispone de recursos para inversiones se construyen instalaciones rústicas con materiales disponibles localmente, tales como maderas nativas, palmas, bambúes, piedras, techos de hojas de palmas y otros materiales rústicos. En instalaciones de bajos insumos, donde los cerdos están confinados o semiconfinados, se pueden obtener resultados similares a sistemas especializados con altos insumos, independientemente de los materiales empleados en la construcción.

Los alimentos no convencionales requieren de procesamiento para hacerlos disponibles a los cerdos, debido a su alto contenido de humedad y su producción ocasional o estacional, así como en algunos casos a la presencia de factores antinutricionales, por ello no se ofertan directamente, se hace necesario procesarlos.

Para el procesamiento es indispensable un mínimo de infraestructura, aún artesanal, y tiene que ver con la economía de la empresa o del productor; otro aspecto es la mayor fuerza de trabajo, necesaria para el procesamiento si se compara con el sistema de fuentes tradicionales de alimentos. Al disminuir los recursos, puede ser necesaria mayor fuerza de trabajo, aunque este no es el principal problema, ya que la disponibilidad y el costo de los alimentos son los que deciden la producción porcina, menos aún si el trabajo se realiza por la familia. No obstante, si se quiere incrementar la producción y la eficiencia, es necesario un mínimo de tecnologías (Figuroa, 1996).

El reciclaje de los residuos

En general, los cerdos sólo aprovechan entre 50 y 60% de los nutrientes presente en los alimentos que consumen, es por ello que sus excretas poseen alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, entre otros. El manejo con cambios frecuentes de las zonas de alimentación y las estructuras de sombra permitiría potencialmente obtener una mejor distribución de los nutrientes en las parcelas en pastoreo (Pietrosemoli, 2016). También el pastoreo restringido a determinadas horas del día y la utilización de naves sencillas con cama profunda podría ser una opción para un mejor reciclaje.

La tecnología de cama profunda (CP) se utiliza en sistemas productivos de pequeña y mediana escala, además del ahorro de agua y electricidad se reducen los olores y la presencia de moscas, ya que no hay emisión de residuos líquidos. La cama profunda es la capa de diferentes materiales, tales como: heno, cascarilla de arroz o de café, hojas

de maíz, bagazo de caña, paja de trigo, paja de soya, que se deposita en el piso de los corrales en las instalaciones porcinas, sustituyendo el piso de cemento, y cuando se retira de los corrales se utiliza para compostaje y se recicla como abono al suelo (Cruz y Almaguel, 2017).

En los meses de verano y en zonas de altas temperaturas, se puede colocar un falso techo con materiales vegetales secos de 30-40 cm de espesor, para garantizar un ambiente fresco en el interior.

En estudios realizados por Cruz y Almaguel (2020), en un ciclo de crianza se observó un ahorro de 177 m³ de agua de limpieza (ahorro de 46.82 litros/animal/día); el consumo de agua de bebida fue similar en los diferentes tipos de pisos, aproximadamente 4.36 m³.

El programa de Vitrinas Tecnológicas Demostrativas (VTD), utilizado en Venezuela en unidades en pequeña escala y familiar, aplican en todas las instalaciones la tecnología de CP y se diseñan para que funcionen como un sistema físico (evaporación y filtración) con altura de cama, para obtener buena capacidad de filtrado y los sólidos queden en la cama. Se utilizan diferentes materiales en CP: cascarilla de arroz (excelente, por la baja capacidad de absorción de humedad), el pergamino de café, residuos de cosecha (maíz, arroz, entre otros), heno de gramíneas y otros materiales orgánicos disponibles aún con baja capacidad de filtrado (González-Araujo, 2011).

La actual reforma energética, así como los cambios mundiales en el uso y obtención de energía eléctrica o calorífica, empleando fuentes alternas, lleva a replantear y maximizar el uso y explotación del biogás que se obtiene a partir de las excretas de diferentes tipos de ganado. La cría de cerdos, ya sea comercial o de traspatio, tiene como una de sus principales limitaciones el fuerte impacto que causa al medioambiente la deposición de sus residuos, sin un tratamiento que reduzca su carga orgánica. El tratamiento anaerobio de estos residuos es una de las soluciones más extendidas para la reducción de su carga orgánica, como alternativa para tratar residuos con elevada materia orgánica biodegradable (Sosa, 2016). Como resultado de esta aplicación se obtiene, independientemente de la tecnología que se utilice, biogás y bioabonos, importante para los suelos en la ganadería que en su inmensa mayoría son de bajo potencial productivo.

En Cuba, el sector con mayor potencial de generación de biogás es el porcino, seguido del vacuno y del avícola (Suárez-Hernández *et al.*, 2018).

Aplicar el diseño de la economía circular es útil para evitar residuos y emisiones; para usar productos y materiales por mayor tiempo y recuperarlos y reutilizarlos, que aparecen como claves para ello; también cambiar modelos de negocios, mejorar cadenas de suministro y aplicar la agricultura regenerativa para capturar carbono.

No hay duda de que el mejor sistema agrícola que podrá hacer frente a los desafíos futuros es el que se basa en principios agroecológicos que exhiben altos niveles de diversidad y resiliencia al tiempo que ofrecen rendimientos razonables y servicios ecosistémicos. Uno de los retos para los científicos es definir y desarrollar metodologías que evalúen la capacidad de los agroecosistemas a resistir y recuperarse de los eventos climáticos severos, con especial énfasis en entender los procesos que explican la resiliencia socio-ecológica observada (Altieri y Nicholls, 2020).

Consideraciones finales

El cerdo, por su adaptabilidad y prolificidad, es uno de los principales aportadores de proteína animal para el consumo humano y entre los de mejor utilización de los alimentos no convencionales.

La solución actual no es importar tecnologías, alimentos o carne, sino aplicar modelos de producción apropiados y resilientes a las condiciones existente en cada país; no obstante, en muchos de los países en vías de desarrollo, la fragilidad en sus producciones se debe a que no poseen las condiciones para generalizar la alimentación y las formulaciones para las raciones, y se realizan con materias primas principalmente importadas, lo que ocasiona una dependencia externa.

Por tanto, la producción de alimentos no convencionales requiere de infraestructura material, técnica y organizativa, por el grado de procesamiento de los alimentos, su manipulación, así como una acertada suplementación de proteínas con patrones diferentes a los acostumbrados.

La integración de la producción porcina a la agricultura puede convertirse en una de las cadenas que mejor aproveche la biomasa y energía fotoquímica en cultivos de alto rendimiento en el trópico.

Los sistemas que utilizan alimentos no convencionales con manejo agroecológico pueden contribuir significativamente a la producción de alimentos sanos.

La aplicación del manejo agroecológico, contribuye a transformar las estructuras de poder en la sociedad (poder de los recursos naturales), también es un reto el estudio de los agroecosistemas a resilientes y recuperarse de los eventos adversos.

Existen resultados y tecnologías del manejo y la alimentación con alimentos locales en los que se aplica la economía circular, con una contribución no sólo al medioambiente (en el ahorro agua, combustibles y fertilizantes) sino a la soberanía alimentaria.

Literatura citada

- Almaguel, R.E.; Piloto, J.L.; Mederos, Carmen, M. y Cruz, E. (2010). Sustitución de la fuente energética tradicional (maíz) por miel B de caña de azúcar en dietas para cerdos en crecimiento-ceba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 17(1): 57-67.
- Almaguel, R.E.; Cruz, E.; Piloto, J.L. y Camino, Y. (2016). Aceptabilidad y patrón de consumo de cerdos en crecimiento ceba alimentados con diferentes niveles de sustitución del maíz de la dieta por alimento ensilado. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 23(2): 137-146.
- Almaguel, R.E.; Piloto, J.L.; Mederos, C.M. y Cruz, E. (2019). Efectividad del proceso de generalización de la tecnología basada en Nuprovim, Miel B y otros alimentos locales para cerdos en crecimiento y ceba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 26(2): 59-70.
- Altieri, M.A. (2016). Agroecología y soberanía alimentaria en América Latina. IV Convención Internacional Agrodesarrollo 2016. Memoria. Agroecología para el Desarrollo Agrario Sostenible. Varadero. Matanzas. Cuba. Editora de la EEPF Indio Haruey. Matanzas. Cuba. ISBN 978-959-7138-23-5p. Pp. 124-125
- Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (2020). La Agroecología en tiempos del COVID-19. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas-CELIA. Medellín, Colombia, <https://www.celia.agroeco.org/> 6 p. (Consultado 4 mayo 2021).

- Anon. (2011). Estudio Económico y Social Mundial. La gran transformación basada en tecnologías ecológicas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Sinopsis. Naciones Unidas. Nueva York. <https://www.un.org>. 35p. (Consultado 6 septiembre 2022).
- Anon. (2022). Estimaciones de USDA para el sector porcino mundial. <https://porcinews.com>. (Consultado 2 noviembre 2022).
- Ashfaq, M. y Ashfaq, U. (2012). Evaluation of mosquitocidal activity of water extract of *Moringa oleifera* seeds against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in Pakistan. *Pakistan Entomol.* 34(1): 21-26.
- Ayala, L.; Mesa, O.; Caro, Y.; Caro, M.I. Valdivié, M.I.; Boa, C.; Mora, L. M.; Soares, T.; Garlet, J.; Arbelo, y Albelo, A. (2018). Empleo de la harina de forraje de *Moringa oleifera* en la alimentación de aves, cerdos y conejos. Resultados obtenidos en Cuba. Memorias del VI Congreso de Producción Animal Tropical. [CD-ROM]. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp. 2018-2225.
- Barlocco, N. (2011). Consumo y utilización de pasturas por cerdos en la fase de recría-terminación. C-4. Investigación en la Unidad de Producción de Cerdos. En: Producción de Cerdos a Campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar. Eds: Elson Barlocco y Antonio Vádel. Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-563-85-8. Pp. 36-38.
- Bauza, R. (2005). Utilización de pasturas en la alimentación de reproductores. Taller "Utilización de pasturas en la alimentación de cerdos". Montevideo: Facultad de Agronomía, Universidad de la República. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/UTILIZACION%20DE%20PASTURAS%20EN%20LA%20ALIMENTACION%20DE%20REPRODUCTORES.pdf>. (Consultado 20 julio 2020).
- Bell, W. y Cracco, (2011). P. El uso de pasturas en la cría de cerdos a campo la experiencia de la UPC. C-4. Investigación en la Unidad de Producción de Cerdos. En: Producción de Cerdos a Campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar. Eds: Elson Barlocco y Antonio Vádel. Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-563-85-8. P. 39-43.
- Bernal, H.; Rodríguez, B. y Valdivié, M. (2012a). La raíz de Yuca. En: Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Compiladores: Manuel Valdivié y Hugo Bernal. Editorial del Instituto de Ciencia Animal. EDICA. La Habana. Cuba. ISBN: 978-959-7171-20-1. Pp. 13-31.
- Bernal, H.; Rodríguez, B. y Valdivié, M. (2012b). Utilización de la raíz y el follaje de batata. En: Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Compiladores: Manuel Valdivié y Hugo Bernal. Editorial del Instituto de Ciencia Animal. EDICA. La Habana. Cuba. ISBN :978-959-7171-20-1. Pp. 45-59.
- Beruides-Rodríguez, A.; Elías-Iglesias, A.; Valiño-Cabrera, E.; Milán-Florido, G. y Rodríguez-Oliva, M. (2018). Efecto del VITAFERT® en el comportamiento productivo y de salud de cerdos en crecimiento-ceba. *Pastos y Forrajes.* 41(2): 45-150.
- Beruides, A. (2019). Efecto del aditivo zootécnico VITAFERT en la respuesta biológica de crías y precebas porcinas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, Cuba. 98 p.
- Blanco-Betancourt, D.; Ojeda-García, F.; Cepero-Casas, L.; Estupiñan-Carrillo, J.; Álvarez-Nuñez, L.M. y Martín-Martín, G. (2017). Efecto del bioproducto IHPLUS en los indicadores productivos y de salud de precebas porcinas. *Pastos y Forrajes.* 40(3): 201-205.
- Campagna, D.; Dichio, L.; Ausilio, A.; Bessón, P.A.; Silva, P. y Spinollo, L. (2011). Efectos de la carga animal sobre el tapiz vegetal y el recurso suelo en un sistema de producción porcina al aire libre. C-5. Contribuciones de especialistas extranjeros. En: Producción de Cerdos a Campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar. Eds: Elson Barlocco y Antonio Vádel. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-563-85-8. Pp 97-101.
- Carballo-Sánchez, C.; Espino-Martínez, N.S. y Vodanovich-Possamai, A.L. (2021). Producción de cerdos al aire libre como estrategia productiva a escala familiar. En: Tecnologías sociales en la producción

- pecuaria de América Latina y el Caribe. Coordinadores: José M. Palma-García y Jaime F. Cruz-Uribe. Ed. Universidad de Colima. Colima, México. Pp 148-157.
- Castro, M. (2005). Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Revista Cubana Ciencias Agrícolas* 39 (Número especial): 451-458.
- Castro, M. y Martínez, M. (2015). La alimentación porcina con productos no tradicionales: cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 49(2): 189-196.
- Castro-Perdomo, M.; Lon-wo-Cansay, E.; Savón, L. Díaz-Sánchez, M.F. y Hidalgo-Salomón, K. (2020). Alimentos alternativos para la alimentación de animales monogástricos En: Recursos forrajeros multi-propósitos. Eds: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. ISBN: 978-959-7138-45-7. Pp. 415-438.
- Contino, Y. y Ojeda, F. (2006). Evaluación del consumo de morera fresca en cerdos Large White en el módulo de investigación-producción porcina. Seminario Internacional Porcicultura Tropical, Habana 2006. Pp. 165-170.
- Cruz, E. y Almaguel, R.E. (2017). Tecnología de cama profunda en la producción porcina cubana. España: Editorial Academia Española. ISBN 978-3-639-86037-5. 149 p.
- Cruz-Martínez, E. (2022). La tecnología de cama profunda en la crianza porcina del sector campesino-cooperativo de Cuba, en la mesa redonda “Contribución a la soberanía alimentaria en sistemas de producción porcina en Cuba”. Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 2022. Memorias. Eds: Madeleidy Martínez Pérez, Jesús M. Iglesias Gómez, Nayda Armengol López. ISBN 978-959-7171-86-7. Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Matanzas, República de Cuba. Pp. 657-668.
- Díaz, I.; González, C.; Reyes, J. L.; Delgado, E. y Ly, J. 2012. Digestión de follaje de batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en cerdos. Digestibilidad in situ medida con bolsas móviles de nailon. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 48(2): 137-143.
- Díaz-Solares, M.; Martín-Martín, G.J.; Miranda-Tortoló, T.; Fonte-Carballo, I.; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I.L.; Contino-Esquiverosa, Y.; Ojeda-García, F.; Medina-Salas, R.; Ramírez-Suárez, W.M.; Lezcano-Fleires, J.C.; Pentón-Fernández, G.; Schmith, H.P.; Alonso-Amaro, O.; Catalá-Barranco, R. y Milera-Rodríguez, M. de la C. (2021). Los microorganismos nativos beneficiosos y su impacto en el sector agropecuario. En: Tecnologías Sociales en la producción pecuaria de América Latina y el Caribe. Coord: José M. Palma-García y Jaime F. Cruz-Uribe. Ed. Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 135-147.
- Elías, A.; Lezcano, Orquídea; Lezcano, P.; Cordero, J. y Quintana, L. (1990). Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico, en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 24(1):1-12.
- Elías, A. y Herrera, F. 2011. Registro de patente. no. 81/2011, La Habana, Cuba: Oficina Cubana de la Propiedad Industrial.
- FAO. (2015). Segundo informe sobre la situación de los Recursos Zoo genéticos Mundiales para la alimentación y la agricultura. Resumen. Comisión de Recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de la FAO. Evaluaciones. <http://www.fao.org/>. (Consultado 7 noviembre 2022).
- FAO. (2020). Revisión del mercado mundial de carne en (2019). https://www.tres.com/ultima-hora/fao-revision-del-mercado-mundial-de-carne-en-2019_. (Consultado 2 octubre 2020).
- Figueroa, V. y Ly, J. (1990). Alimentación porcina no convencional. Serie diversificación. GEPLACEA-PNUD. México, DF. 215 p.
- Figueroa, V. (1996). Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Instituto de Investigaciones Porcinas. Cuba. Edición Fundación CIPAF. Cali, Valle del Cauca. Colombia. 155 p.
- García-Hernández, Y. y García-Curbelo, Y. (2015). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Rev. Cub. de Cienc. Agric.* 49(2): 173-177.
- Ghio M. y Nazareno, M. (2015). Actualizando sobre mejoramiento genético porcino en el mundo y en la república argentina. *Semiárida*. 25(2): 162-167.

- González-Araujo, C. (2011). Innovación y desarrollo de tecnologías en porcinos apropiadas para la producción familiar. C-5. Contribuciones de especialistas extranjeros. En: Producción de Cerdos a Campo Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar. Eds: Elson Barlocco y Antonio Vadell. Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. ISBN: 978-9974-563-85-8. Pp. 106-109.
- Hernández, A.; García-Munguía, C.A.; García-Munguía, A.M.; Ortíz-Ortíz, J.R.; Sierra-Vásquez, A.C. y Morales-Flores, S. (2020). Sistema de producción del cerdo pelón mexicano en la península de Yucatán. *Nova Scientia*. 12: doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234
- Koslowski, A.; Picot, J.A.; Sánchez, S.; Calderón, S. y Barrientos, F. (2017). Incorporación de raíz de mandioca (*Manihot sculenta*) en la dieta de cerdos y su efecto sobre variables productivas. *Rev. Vet.* 28(2): 121-125.
- Leiva, L. y Quiñones, Y. (2002). Digestibilidad y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera. Memorias. V Taller Internacional sobre la utilización de Sistemas Silvopastoriles para la producción animal y I Reunión Regional de morera. "Planta multipropósito". EEPF "Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. Pp.40-45.
- Leiva, L.; López, J.L. y Quiñones, Y. (2010). Harina de morera (*Morus alba*) como sustituto del alimento convencional para cerdos en crecimiento. Compilador. Milagros de la C. Milera. En: Morera: Un nuevo forraje para el ganado. Ed. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Pp. 249-253.
- Lezcano, P. y Castañeda, S. (2002). Nitrogen and energy balance in pigs fed different levels of residues from alcohol distilleries. *Cuban J. Agric. Sci.* 36:2:139-146.
- Lezcano, P.; Martínez, M.; Vázquez, A. y Pérez, O. (2017). Main methods of processing and preserving alternative feeds in tropical areas. Cuban experience. *Cuban J. Agric. Sci.* 51(1): 1-10.
- Ly, J.; Martínez, M.; Albert, A.; Dihigo, L.; López, O.; Herrera, S. y Savón, L. (2017). Chapter III. Utilization of mulberry in non-ruminant feeding. Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Edited by Lourdes L. Savon Valdes, Odilia Gutierrez Borroto and Gustavo Febles Perez. FAO. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. ISBN: 978-959-7171-72-0. Pp. 43-70.
- Manrique, M. (2018). Cría de cerdo. Compilador. <https://agrotendencia.tv/agropedia/la-cria-del-cerdo/2018>. (Consultado 25 enero 2021).
- Martín, C.; Martín, G.; García, A.; Fernández, T.; Hernández, E. y Puls, J. (2013). Potencialidades y aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes*. 36(2): 137-149.
- Martín, G. J.; Pentón, Gertrudis, Noda, Yolai, Contino, Y.; Díaz, Maykelis, Ojeda, F.; Jiménez, F. A.; López, O.; Agramonte, D.; Milera, Milagros de la C. y Prieto, Marlene. (2014). Comportamiento de la morera (*Morus alba* L.) y su impacto en la producción animal y la crianza de gusanos de seda en Cuba. *Rev. cubana de Cienc. Agríc.* 48(1): 73-78.
- Martín, G.J.; Pentón, G.; Noda, Y.; Milera, M.; Olivera, Y.; Valenciaga, N.; Alonso, O. y Lezcano, J. C. (2017). Chapter I. Management of *Morus alba* L. (mulberry). Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Edited by Lourdes L. Savon Valdes, Odilia Gutierrez Borroto and Gustavo Febles Perez. FAO. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. ISBN: 978-959-7171-72-0. P. 1-28.
- Martín, G. J.; Noda, Y.; Pentón, G.; González-Ybarra, N.; Martínez-Pérez, M.; Diaz-Solares, M.; García-Marrero, D.E.; Contino-Esquijerosa, Y.; González-García, E.; Savón-Váldez, L.L.; Alpizar-Naranjo, A.; Albert, A.; Soca-Pérez, M.; Sánchez-Rendon, J.; Milera-Rodríguez, M. y Rivera- Espinosa, R. (2018). *Morus alba*, L., una planta multipropósito para la producción animal en Cuba. Memorias del VI Congreso de Producción Animal Tropical. [CD-ROM]. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp. 2273-2283.
- Mederos, C.M. (2012). Tecnología de alimentación porcina basada en mieles enriquecidas de caña de azúcar, Nuprovim y diferentes alimentos locales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 19(4): 215-225.

- Mejías, R.A.; Hernández, G.; Rodríguez-Maritza, de la C. y Oliva, M. (2019). Producción local de alimentos para convenios porcinos: potencialidades y ventajas. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 26(3): 162-465.
- Meléndez-Vera, M. y Rodríguez-Ayala, J. (2009). valoración de tres niveles de zeolita como promotor natural de crecimiento en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle>. (Consultado 2 abril 2021).
- Milera, M. de la C.; Machado, R.; Alonso, O.; López, O.; Fonte, L.; Blanco, D.; Arece, J.; Contino, Y.; Olivera, Y. (2014). Parte IV. Sistemas de crianza de las diferentes especies. En: La guía del criador. Eds. Milagros de la C. Milera y Tania Sánchez. Editora de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. ISBN: 978-959-7138-19-8. Pp. 72-139.
- Milera, M. de la C. (2016). Los Árboles Multipropósitos en los sistemas agroforestales pecuarios. Edición: Alicia Ojeda González y Evelin Perdomo Sánchez. Ed. Estación Experimental de Pastos Forrajes Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. ISBN: 978-959-7138-26-6. 50 p.
- Montejo-Sierra, I.L.; Lamela-López, L.; Arece-García, J.; Lay-Ramos, M.T. y García-Fernández, D. (2017). Efecto de dietas no convencionales con microorganismos nativos en la cría porcina. *Pastos y Forrajes*. 40(4): 308-314.
- Montilla, J.J. (1994). Agricultura para la alimentación de las aves y cerdos en el trópico. Memorias del II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Monogástricos. La Habana, Cuba. p. 1-5.
- Mora, L.; Hidalgo, K. y Rodríguez, Y. (2015). Una nota sobre el uso de harina de follaje de moringa (*Moringa oleifera* Lam) en la alimentación de lechones destetados con bajo peso. *Rev. Computadorizada de Prod. Porcina*. 22(2): 141-150.
- Morales-Rodríguez, Alfredo, Morales-Tejón, Alfredo L., Rodríguez-de Sol, Dania, Rodríguez-Morales, Sergio J. y Morales-Romero, Lilian M. (2017). INIVIT B-50, nuevo cultivar de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) para la agricultura cubana. *Cultivos tropicales*. 38(2): 81-89.
- Muñoz, C.H. (2003). Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis de maestría en Producción Animal Tropical. Conkal, México: Instituto Tecnológico No. 2. <https://www.pigtrop.cirad.fr>. (Consultado noviembre 2022).
- Nossa-Hernández, M.O. (2018). Utilización de subproductos de la caña en el levante y ceba de cerdos. <https://www.agris.fao.org>. (Consultado 10 agosto 2021).
- Núñez, M. (2016). Clasificación de los aditivos en la alimentación animal. <https://www.addigrains.com>. (Consultado 1 febrero 2021).
- Ojeda-García, F.; Blanco-Betancourt, D.; Cepero-Casas, L. e Izquierdo-Rosales, M. (2016). Efecto de la inclusión de un biopreparado de microorganismos eficientes (IHPLUS®) en dietas de cerdos en ceba. *Pastos y Forrajes*. 39(2): 119-124.
- Padilla, C.; Valenciaga, N.; Crespo, G.; Sardiñas, Y.; Rodríguez, Y. y Toral, O.; Lezcano, J.C. y Torres, V. (2018). Estudios agronómicos en *Moringa oleifera* (Lam.) en Cuba. Memorias del VI Congreso de Producción Animal Tropical. [CD-ROM]. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Cuba. Pp. 2212-2215.
- Pentón, G. (2015). Efectos del intercalamiento de canavalia [*Canavalia ensiformis* (L.)] inoculada con hongos micorrízicos arbusculares complementada con fertilizantes minerales en la producción de forraje de la morera [*Morus alba* (L.)]. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Instituto de Ciencias Agrícolas. Mayabeque. 169 p.
- Pietrosemoli, S. y Green, J.T. (2009). Efecto de la carga animal de cerdas adultas en la cobertura vegetal de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) durante el invierno. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. ALPA. Pp. 354-359
- Pietrosemoli, S. (2016). Porcinos a pastoreo, estrategias para reducir su potencial impacto ambiental. North Carolina State University. Center for Environmental Farming Systems. Raleigh, North Carolina. XXIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal, A.G. Puerto Varas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 24(2): 89-94.

- Pietrosemoli, S.; Raczkowski, Ch.; Green, J.T. y Villamide, M.J. (2020). Effects of Growing-Finishing Pig Stocking Rates on Bermudagrass Ground Cover and Soil Properties. *Animals*. 10(9): 1666. doi: 10.3390/ani10091666.
- Pochon, D.O.; Koslowski, H.A.; Picot, J.A. y Navamuel, J.M. (2010). Efectos de la sustitución parcial de maíz por harina integral de mandioca sobre variables productivas de cerdos en crecimiento. *Rev. Vet.* 21(1): 38-42.
- Ramírez, J.; Mederos, C.M.; Rodríguez R. *et al.* (2019). Efectividad del proceso de extensión de la tecnología basada en Nuprovim, Miel B y otros alimentos locales para cerdos en crecimiento y ceba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 26(2): 50-58.
- Ramonet, I. (2020). Coronavirus: La pandemia y el sistema-mundo. Un hecho social total. Director de Le Monde Diplomatique. Ofrece un pormenorizado análisis sobre las consecuencias económicas, sociales y políticas de la pandemia de coronavirus. MONDE en español. Diplomatique. <https://mondiplo.com> (Consultado 20 octubre 2020).
- Rodríguez, R.; Scull, Idania; y Montejo, I. (2017). Nutritional value of *Moringa oleifera* (moringa) for animal feeding. Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Edited by Lourdes L. Savon Valdes, Odilia Gutierrez Borroto and Gustavo Febles Pérez. FAO. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba. ISBN: 978-959-7171-72-0. Pp. 127-140.
- Rueter, G. (2021). Atlas mundial de la carne: es hora de repensar lo que comemos. Deutsche Welle. Ac, ualidad Ciencia y Ecología. <https://p.dw.com/p/3naSx> 5 p. (Consultado 20 diciembre 2021).
- Ruiz, T.E.; Alonso J.; Febles, G.; Galindo, J.; Savón, L.; Chongo, B.; Martínez, Y.; La O, O.; Gutiérrez, D.; Torres, V.; Scull, I.; Rodríguez, R.; Valenciaga, D.; López, J.R.; Mejías, R.; Cino, D.M.; Crespo, G.J.; Mora, L.; Valenciaga, N.; Padilla, C.; Rodríguez, B.; Vázquez, Y.; Muir, I.; Rivero, A. y Hernández, N. (2018). Evaluación y selección de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Cuba. Memorias del VI Congreso de Producción Animal Tropical. [CD-ROM]. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp. 2345-2348.
- Ruiz, T.E.; Alonso, J. y Febles, G.J. (2019). Estudio para la selección de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el centro-occidente de Cuba. V Convención Internacional Agrodesarrollo 2019. Eds: Mildrey Soca Pérez y Nayda Armengol López. Varadero. Cuba. ISBN 978-959-7138-39-6. Editora de la EEPF Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. Pp. 1390-1396.
- Sánchez, M.D. (2002). World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome, Italia. Pp. 1-13.
- Santana, I.; Abeledo, C.M.; Ly, J.; Macías, M. y Diéguez, F.J. (2014). El cerdo Criollo de Cuba, Capítulo VIII. En el libro Las razas porcinas Iberoamericana. Un enfoque etnozootécnico. Ed; Silva Filha Olimpia Lima. Salvador, BA. Brasil. ISBN 978-85-68329-00-9. Pp. 185-225.
- Savón, L.; Mora, L.; Dihigo, L.E. y Ruiz, T.E. (2017). Use of *Tithonia diversifolia* in non-ruminants. Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Edited by Lourdes L. Savon Valdes, Odilia Gutierrez Borroto and Gustavo Febles Perez. FAO. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba. ISBN: 978-959-7171-72-0. Pp. 223-235.
- Sosa, R. (2016). Indicadores ambientales de la producción porcina y ganadera. VII Seminario Internacional de Porcicultura Tropical. La Habana: Instituto de Investigaciones Porcinas. Pp.182-187.
- Suárez-Hernández, J.; Sosa-Cáceres, R.; Martínez-Labrada, Yeny; Curbelo-Alonso, A.; Figueredo-Rodríguez, Tania y Cepero-Casas, L. (2018). Evaluación del potencial de producción del biogás en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 41(2): 85-92.
- Val, V. y Rosset, P.M. (2022). Agroecología(s) emancipatoria(s) para un mundo donde florezcan muchas autonomías. Cooperativa Editorial Retos. Guadalajara, Jalisco, México. 54 p.
- Valdivié, M; Rodríguez, B. y Bernal, H. (2012a). Las saccharinas. En: Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Compiladores: Manuel Valdivié y Hugo Bernal. Ed. EDICA Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7171-20-1. Pp. 149-168.

- Váldivié, M. y Rodríguez, B. (2012b). Tecnología hiperproductora de Yuca. Alimentación de aves, cerdos y conejos con yuca, batata, banano, arroz, caña, DDGS y amaranto. Compiladores: Manuel Valdivié y Hugo Bernal. Ed. EDICA. La Habana. Cuba. ISBN :978-959-7171-20-1. Pp. 33-44.
- Vázquez, L.L. y Martínez, H. (2015). Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*. 10(1): 33-47
- Vázquez-Peña, A.; Hernández-Gómez, A.; Lezcano-Perdigón, P. *et al.* (2019). Propuesta de proceso tecnológico industrial para la producción de alimento ensilado cubano (AEC). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 28(2): 1-13.
- Ye, Z. (2001). The distribution and utilization of mulberry tree in China. Proceedings of a Workshop. Mulberry for animal feeding in China. Hangzhou, P.R. China. 45 p.

Recepción: 10 de marzo de 2022

Arbitraje: 15 de junio de 2022

Dictamen: 13 de julio 2022

Aceptado: 9 de noviembre 2022