

Contribución del manejo de cerdas en pastoreo a la resiliencia de los sistemas porcinos

Contribution of the management of grazing sows to the resilience of pig husbandry systems

Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez <https://orcid.org/0000-0001-8531-3425>

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba. Correo electrónico: mmilera@ihatuey.cu

Resumen

Objetivo: Analizar los resultados del manejo de cerdas en pastoreo a escala internacional, así como los elementos de los residuales en campo y confinamiento, que contribuyen a la resiliencia de los sistemas porcinos.

Materiales y Métodos: Se analizaron los resultados de más de 80 publicaciones acerca de los elementos del manejo de cerdas en pastoreo: principales sistemas de pastoreo, uso de recursos fitogenéticos en su alimentación en diferentes condiciones climáticas, carga, calidad de la ración, raza, categoría, así como el reciclaje de residuales, aplicables a las condiciones del trópico.

Resultados: Existen evidencias innovadoras en el manejo de cerdas en pastoreo con el uso de diferentes recursos fitogenéticos, en sistemas que van desde la subsistencia hasta el manejo intensivo con cerca eléctrica. Se analizan las condiciones o requisitos para el manejo, el efecto de la carga, la especie, la importancia del valor nutritivo y categoría animal (fundamentalmente con reproductoras), reciclaje en pastoreo y semiconfinamiento (cama profunda).

Conclusiones: La alimentación porcina basada en pastos y forrajes, fundamentalmente, implica un manejo diferente, con soluciones distintas a las que se aplican en los sistemas convencionales confinados con concentrados. El manejo agroecológico y uso de los recursos fitogenéticos adecuados son las vías para una producción resiliente y sostenible ante el cambio climático, que contribuya a la soberanía alimentaria.

Palabras clave: agroecología, reciclaje, sistemas de pastoreo

Abstract

Objective: To analyze the results of the management of grazing sows at international scale, as well as the elements of waste in field and confinement, which contribute to the resilience of pig husbandry systems.

Materials and Methods: The results of more than 80 publications about the elements of the management of grazing sows: main grazing systems, use of plant genetic resources in their feeding under different climate conditions, stocking rate, quality of the ration, breed, category, as well as waste recycling, applicable to the conditions of the tropic, were analyzed.

Results: There is innovative evidence in the management of grazing sows with the use of different plant genetic resources, in systems that go from subsistence to intensive management with electrical fence. The conditions or requisites for management, effect of stocking rate, species, importance of the nutritional value and animal category (mainly with sows), recycling in grazing and semi-confinement (deep litter), are analyzed.

Conclusions: Pig feeding based on pastures and forages, mainly, implies different management, with different solutions from the ones that are applied in conventional confined systems with concentrate feeds. The agroecological management and use of adequate plant genetic resources are the ways for resilient and sustainable production in the face of climate change, which contributes to food sovereignty.

Keywords: agroecology, recycling, grazing systems

Introducción

En el trópico, existe una gran diversidad de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA), que se pueden utilizar en la alimentación de monogástricos, que, manejados de forma sostenible, se pueden convertir en la solución para sustituir concentrados importados (SNICS, 2020).

Producir alimentos y cuidar el ecosistema son retos para la ciencia. En este sentido, la agroecología ofrece un marco científico y operativo para el rediseño de los sistemas de producción animal, de modo que estos puedan enfrentar mejor los próximos desafíos, mediante un conjunto de prácticas alternativas a la agricultura industrial (Dumont *et al.*,

Recibido: 21/06/2022

Aceptado: 23/02/2022

Como citar este artículo: Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad. Contribución del manejo de cerdas en pastoreo a la resiliencia de los sistemas porcinos. *Pastos y Forrajes*. 45:eE9, 2022.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

2014), que involucran la diversificación agrícola, la regulación del agua, la creación de un microclima favorable, la protección del suelo y el mantenimiento de las reservas de carbono (Nicholls y Altieri, 2019).

En Cuba, durante más de 40 años, se practicó la agricultura convencional; sin embargo, durante los últimos 20 años ha ocurrido un proceso de transición agroecológica (Vázquez-Moreno, 2018), en el que participan más de cien mil familias campesinas que han obtenido resultados al respecto (Machín, 2016). No obstante, para resistir y recuperarse de los extremos climáticos que se pronostican a partir del 2030, o antes, así como de las nuevas pandemias posibles, se requieren transformaciones que, de no lograrse en los próximos diez años (período umbral de tolerancia climática), las afectaciones a la producción de alimentos repercutirán en la seguridad y la soberanía alimentaria (Vázquez-Moreno, 2020).

Entre estas transformaciones se encuentra el manejo de cerdos en pastoreo, que se diferencia en el tipo de sistema utilizado. Ello mejora el reciclaje y la fertilidad de los suelos, sustituye parte del concentrado por pastos, forrajes y tubérculos, entre otros; además de disminuir el uso de la energía fósil y mantener un comportamiento natural (explorar y hojar). Todo ello redundará en mejoras en cuanto al bienestar y la salud de los animales, y contribuye a la adaptación y mitigación del cambio climático (Pietrosemoli, 2016).

En la producción porcina en Cuba, apenas se utiliza el pastoreo rotacional de cerdos, en combinación con el semiconfinamiento, ya que en el sector estatal y, en gran parte del sector privado, predominan los sistemas intensivos estabulados, con la alimentación basada en los concentrados energético-proteicos, combinados con el uso de residuos agroindustriales procesados. Sin embargo, existen muchos problemas relacionados con la alimentación, debido a la poca participación de los productores en la producción de sus propios alimentos, lo que los hace dependientes de la importación inestable y de la poca capacidad de las plantas productoras de piensos, a escala local y nacional, entre otros (GEGAN y MINAG, 2019).

Con respecto al reciclaje de residuales porcinos, Cuba cuenta con experiencias innovadoras y tecnologías sociales que pueden contribuir a la soberanía alimentaria. En los sistemas de pastoreo con semiconfinamiento, la cama profunda (capa de diferentes materiales, tales como heno, cascarilla de arroz o de café, hojas de maíz, bagazo de caña,

paja de trigo y paja de soya, y otros), que se deposita en los corrales de las instalaciones porcinas para sustituir el piso de cemento (Cruz-Martínez y Almaguel, 2017) podría utilizar los residuos de los recursos fitogenéticos usados en la finca, y contribuir al reciclaje. Esto es: si se aplican los principios y fundamentos de la economía circular, será posible alcanzar con éxito la sostenibilidad integral del sistema (Espaliat-Canu, 2019).

El propósito de este estudio es analizar los resultados relacionados con el manejo de cerdos en pastoreo a escala internacional, así como los elementos del reciclaje de residuales en campo y confinamiento, que contribuyen a la resiliencia de los sistemas porcinos.

Materiales y Métodos

Se analizó la información de más de 80 publicaciones de revistas especializadas, libros, trabajos en internet, eventos científicos y reuniones, informes, entre otros, acerca del manejo de cerdos en pastoreo, en diferentes condiciones climáticas. El estudio incluyó las razas, los sistemas de pastoreo y manejo, especies de pastos, categorías, entre otros. Se enfatizó en el manejo de los recursos fitogenéticos y el reciclaje de los residuales, así como en los requisitos generales que se deben cumplir. De este modo, se pueden extraer principios y experiencias que contribuyan a la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas en las condiciones del trópico.

Resultados y Discusión

Manejo de cerdos en pastoreo. Las difíciles circunstancias económicas que atraviesa América Latina y el Caribe, agravadas por los efectos de la pandemia del nuevo coronavirus (CEPAL, 2020), demanda acciones para un desarrollo económico-social más integral, local, comunitario y familiar, mediante modelos sostenibles de producción y transformación de alimentos, que propicien una población saludable. En el caso de la cría de cerdos, existen experiencias innovadoras en diferentes países, que contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria, pues utilizan tecnologías sociales, con alimentos locales. Entre estas prácticas, se encuentra la cría del cerdo al aire libre, en diferentes sistemas de manejo.

En el mundo, el manejo del cerdo al aire libre acumula experiencias y resultados, que han generado un conjunto de requisitos que se deben cumplir, relacionados con el propósito del sistema de pastoreo, suelo, clima, raza, categoría del animal, calidad nutritiva de la ración y reciclaje, entre otros.

A continuación, se resumen las principales condiciones para el manejo de cerdos en pastoreo (Bauza, 2005; Barlocco, 2011; Bell y Cracco, 2011; Campagna *et al.*, 2011; Pietrosemoli, 2016; González-Martínez, 2019):

Manejo de la hierba

- Seleccionar y establecer especies de pastos adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del lugar, que posean el valor nutritivo acorde con las condiciones de un monogástrico (bajo en fibra, rico en proteína).
- Número suficiente de parcelas o cuartones, que permitan el reposo necesario de la hierba, para su recuperación después del pastoreo, de modo que se oferte con disponibilidad y calidad.
- Infraestructura sencilla y de fácil manejo, con énfasis en la protección de las áreas donde los porcinos concentran sus actividades (alrededor de los comederos y bebederos), con la colocación de superficies firmes y absorbentes. Las instalaciones deben estar cercanas a fuentes de agua.
- Para el pastoreo, el área debe ser plana, en lo posible, sin problemas de drenaje, para minimizar la escorrentía hacia cursos de agua. Se debe respetar un mínimo de 100 m de distancia de cursos de aguas superficiales y 50 m de manantiales, pozos y otras fuentes de agua potable. No es conveniente utilizar áreas con pendientes superiores a 10° ni con una longitud mayor que 200 m.
- Las áreas con pendientes se deben establecer con especies de pastos perennes, paralelas a las curvas de nivel, cuya amplitud variará en función del suelo, la pendiente y el clima.
- El pastoreo rotacional en sistemas silvopastoriles, con mayor diversidad y cobertura vegetal, ofrece mejor confort térmico, reducción del riesgo de erosión, y captación de carbono, entre otros beneficios.
- En los lugares con especies naturales, que no presenten valor forrajero, debe mantenerse el área cubierta o tapiz vegetal, para evitar la erosión

Manejo de los animales

- La carga global se debe estimar y aplicar, en función de la categoría animal y la carga instantánea.
- La selección del genotipo de los animales se hará según las condiciones del clima (en el trópico se deben emplear animales más resistentes y adaptados).
- La categoría animal más recomendada es la de cerdas adultas, ya que pueden hacer un consumo

considerable de pasto, en comparación con los animales más jóvenes.

- Los requerimientos nutritivos de los animales en pastoreo se deben calcular con 10-15 % por encima de los requerimientos de los que se hallan en confinamiento, para cubrir los gastos energéticos relacionados con el mantenimiento de la temperatura corporal y la ejercitación.
- La dieta, basada en pastos solamente, no cubre todos los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que es importante la complementación con alimentos concentrados.
- Los cerdos que no hayan sido manejados en pastoreo, se deben adaptar previamente al consumo de alimentos fibrosos.
- Por tratarse de animales mantenidos al aire libre, no se deben descuidar los aspectos relacionados con la reproducción, la salud y el parasitismo

Como se señaló anteriormente, la carga, calidad de las especies, categoría y raza ocupan un lugar importante en el manejo de cerdos en pastoreo, aspectos que se analizan a continuación:

a. Efecto de la carga

Al estudiar diferentes cargas (37, 74, 111 y 148 animales/ha) en cerdos en crecimiento-finalización en pastoreo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers., y analizar su efecto en el pasto y el suelo, Pietrosemoli *et al.* (2020) recomiendan que las cargas no excedan de 37 animales/ha.

En el caso de cerdas gestantes en pastoreo de *C. dactylon*, con manejo rotacional, Pietrosemoli y Green (2009) evaluaron tres cargas: 10, 15 y 25 cerdas adultas/ha y sugirieron utilizar cargas inferiores a 25 cerdas adultas/ha. Pietrosemoli (2016) concluyó que la carga animal no debía superar las 10 cerdas/ha.

González-Martínez (2019) recomienda una carga global anual promedio de 3,5 a 4,0 madres, más toda su producción por hectárea. Señala que el cálculo estimado es 10 kg/m², pues con forraje de buena calidad se puede suplir hasta 50 % de los requerimientos nutricionales para la manutención de las cerdas y, solo aproximadamente de 5-20 %, en cerdos en crecimiento y engorde.

b. La especie de pasto

Bell y Cracco (2005) señalan que lo primero a considerar en el manejo de cerdos en pastoreo es utilizar especies que sean capaces de ofrecer forraje de calidad (alto contenido de proteína y bajo contenido de fibra). La familia de las leguminosas se presenta como la más indicada, mientras que la familia

de las gramíneas, se ubica en un escalón inferior, pues por lo general ofrece forraje de menor calidad que las primeras. Una limitante es poder producir forraje de calidad durante todo el año, por lo que en las épocas de bajas precipitaciones se recomienda recurrir a forrajes de corte o a siembras de otras especies. Se asigna gran importancia a la persistencia, para evitar la degradación del suelo, aun cuando la vegetación no represente un recurso alimenticio para los animales. El manejo de los tiempos de ocupación y las cargas deberían contemplar que el tapiz vegetal natural esté siempre presente.

Si se pierde la cobertura vegetal, el suelo desnudo se puede erosionar rápidamente, pueden ocurrir escorrentías, lixiviación de nitrógeno y volatilización, lo que, a su vez, originaría contaminación atmosférica de las aguas subterráneas y superficiales. Todo ello ocasiona daños a la fauna, que vive sobre la tierra y bajo ella. La evolución florística depende de un conjunto de factores que no se pueden determinar a corto plazo.

c. El manejo racional intensivo

El pastoreo racional Voisin (PRV) aplica un conjunto de principios para el pastoreo del cerdo al aire libre. Por su manejo agroecológico, contribuye a la adaptación y mitigación del cambio climático.

Según González-Martínez (2019), el pastoreo racional en cerdas se basa en un manejo con alta carga global e instantánea, períodos cortos de pastoreo y descansos óptimos. Sus principales características son: utilización de tecnologías con la marcada participación del factor humano, por eso es racional; economía en el uso del concentrado, correcta administración del recurso forrajero, infraestructura sencilla y de fácil manejo, distribución uniforme de las deyecciones, mansedumbre y fácil manejo y flexibilidad comercial. El pastoreo rotacional racional en especies perennes permite períodos de descanso para la recuperación de las especies, con mayor cobertura vegetal, reducción del riesgo de erosión, mejor distribución de las excretas, disminución de la contaminación por bacterias y parásitos. No obstante, se necesita 10-15 % más de alimento, según las tablas de requerimiento, calculado para confinamiento, debido a gastos energéticos relacionados con el mantenimiento de la temperatura corporal, y la ejercitación. Con este sistema, es posible disminuir el concentrado entre 20 y 30 %, con una oferta dos veces por día, pero es necesario cerciorarse de que todos los animales tengan acceso al alimento.

Monteverde (2018), en pastos templados, resume los principales resultados que se pueden alcanzar

cuando se aplican las leyes del pastoreo racional Voisin: mejorar la productividad por hectárea, basada en el a pasto; incrementar la fertilidad y las características físicas del suelo, disminuir los costos por unidad, tener un sistema menos dependiente de insumos externos, aumentar la diversidad, y con ella la resiliencia del sistema; promover la salud (humana, animal, ambiental), producir alimentos de calidad, mejorar la calidad de vida de quienes trabajan, captar la mayor cantidad de energía (fotosíntesis), manejo en función de la fisiología vegetal y animal y del desarrollo dinámico de la vida del suelo.

En Cuba, Milera-Rodríguez *et al.* (2019) señalaron que el método de manejo racional se ajusta al contexto actual de emergencia climática, porque aplica un enfoque sistémico, considera la relación suelo-planta-animal de forma integrada (adaptación), exige de un trabajo multidisciplinario (adaptación-mitigación). Es, además, racional y flexible, porque el hombre está involucrado en la toma de decisiones, sin mecanicismo, sin orden prefijado en la rotación de los potreros (adaptación) y cumple con la ley del reposo para la recuperación del pasto, aspecto determinante para evitar el sobrepastoreo (adaptación). Este sistema favorece la biodiversidad y la persistencia de especies en los pastizales (adaptación), propicia una alta disponibilidad y calidad del forraje ofertado (mitigación), lo que favorece una mayor selectividad por parte de los animales en pastoreo y disminuye la emisión de metano por kilogramo de materia seca consumida (mitigación). Este manejo reduce la vulnerabilidad y aumenta la resiliencia del sistema (adaptación).

d. Calidad de la ración

El otro aspecto a considerar es la alta selectividad de los cerdos, que buscan consumir las partes tiernas de la planta, y rechazan las más fibrosas. En los trabajos con sorgo forrajero en pastoreo, la utilización estuvo próxima al 70 % del pasto ofrecido, y disminuyó a medida que aumentó la madurez de la planta (Bauza, 2005). Los valores de consumo en cerdas gestantes en pastoreo diario de tiempo limitado en sorgo forrajero fueron, aproximadamente, de 750 g diarios de MS, equivalentes a casi 5 kg de forraje verde. En este trabajo se estimó una sustitución de 25 % del concentrado.

Bauza (2005) asegura que el cerdo no hace un uso tan eficiente como los rumiantes de los nutrientes de las pasturas, ya que no posee las enzimas capaces de digerir los componentes de la pared

celular de los vegetales (hemicelulosa, celulosa y lignina) ni la capacidad de fermentación pregástrica. Sin embargo, GEGAN y MINAG (2019) señalan que cuando se alimentaron con forrajes tiernos, los cerdos realizaron un aprovechamiento de la proteína a nivel del intestino delgado y, en el caso de los adultos, fueron capaces de obtener una importante cantidad de energía mediante los procesos de fermentación en el intestino grueso (ciego y colon). Se admite que el cerdo es capaz de utilizar por estas fermentaciones, aproximadamente, 30 % de la celulosa, y hasta 50 % de la hemicelulosa, no sucede así con la lignina, que es indigestible.

El principal aporte de la pastura consiste en proteínas de buen valor biológico, que pueden complementar el bajo contenido en lisina, triptófano y metionina de la proteína de los granos de cereales. El otro aporte importante lo constituyen las vitaminas, especialmente del complejo B (hidrosolubles), que proveen además provitamina A (caroteno) y provitamina D (ergosterol), así como cantidades interesantes de vitamina C.

No se debe perder de vista el efecto de la pastura en la producción de leche y su repercusión en el crecimiento inicial de los lechones. El objetivo es estimular al máximo la producción de leche, antes que buscar un ahorro de ración, por lo que, en las cerdas lactantes, se debe tener cuidado en una recomendación de sustitución parcial del concentrado por pastos. Teóricamente, la sustitución puede estar en 10 % del alimento concentrado, aspecto que no necesariamente redundará en un beneficio económico, y en un menor costo por kilogramo de lechón destetado.

Barlocco (2011), en condiciones de campo, utilizó alimento balanceado en forma controlada y pastoreo permanente de las especies *Trifolium pratense* L., *Lolium multiflorum* Lam. y *Cichorium intibus* L. El criterio principal que se utilizó para determinar los cambios de franja se basó en la altura de la achicoria que, debía ser de unos 20-30 cm para determinar la entrada y, de unos 5 cm en el caso de la salida de los animales. Hubo una diferencia importante en la utilización de las diferentes especies, con un consumo alto de achicoria, y escaso de raigras, debido a la estación (primavera), cuando en esta especie se produce endurecimiento y pérdida de la calidad y palatabilidad, con el consiguiente rechazo por los cerdos, inclusive los adultos, ante una restricción importante de concentrado.

De esta manera, si se conocen los requerimientos nutricionales, las formas de pastoreo, la selectividad,

el manejo de la pastura y las cargas, además de elegir el mejor cultivar para cada zona en particular, se puede garantizar el éxito en la producción de carne porcina a campo, a un costo inferior respecto a los sistemas confinados clásicos (Faner, 2016).

Categoría animal. Los trabajos realizados por Barlocco *et al.* (2005) se han caracterizado por disponer de pasturas cultivadas (*T. pratense*, *L. multiflorum* y *C. intibus*), ofrecidas en pastoreo permanente a animales de recría y de engorde, con animales criollos Pampa Rocha (PP) y cruzamiento de Pampa-Rocha con Duroc (HDP). La suplementación diaria de concentrado fue siempre menor que la capacidad máxima de consumo, y se expresa como por ciento del consumo máximo voluntario. La oferta de concentrado o restricciones de 85, 70 y 50 % se identificaron como leve, moderada y fuerte restricción, respectivamente. En estos estudios se utilizaron refugios de campo, bebedero tipo chupete y comedero, de cada 4 a 8 cerdos. Se anillaron al destete y se controlaron. Los estudios se dividieron por estación: I) primavera-verano, II) invierno primavera, III) invierno-primavera.

Los principales resultados en la recría se resumen en una ganancia de peso en la recría menor que la obtenida en el engorde, ya que fue mejor la eficiencia de conversión del concentrado con los niveles de restricción utilizados. Se puede afirmar que a medida que disminuye la oferta de la ración, mejora la eficiencia de conversión de este alimento. Producto del cruzamiento (HDP), los cerdos mejoran los indicadores productivos para cualquier nivel de restricción de concentrado, con respecto a los que se obtienen con los cerdos en pureza racial (PP).

En cuanto a los cerdos de engorde, los principales resultados se resumen en la restricción de concentrado, que determina un aumento en el número de días para alcanzar un peso determinado, aspecto que influye en los costos de producción. El régimen de leve restricción en los cerdos HPD (II) determina un mayor consumo de concentrado que el de moderada restricción, lo que permite afirmar la importancia de restringir la oferta de este alimento, cuando se dispone de pastos cultivados en forma permanente. Los cerdos HPD en régimen de moderada restricción presentan mejor uso del concentrado respecto a los PP (II). El menor nivel de oferta de concentrado determinó un ahorro de 34,2 kg de concentrado por animal y por período (14 % menos en III). Con relación al consumo de materia seca y a la eficiencia de conversión, la conclusión fundamental es que el consumo de pasto evoluciona

a medida que el animal avanza en peso y edad, y depende del nivel de oferta de concentrado. A medida que aumenta el aporte de MS por la pastura en la dieta, se empeora la eficiencia de conversión del total, lo que demuestra que el cerdo es menos eficiente en el uso de este alimento en comparación con la ración, y el efecto es mayor cuanto más fuerte es la restricción.

Según Bauza (2005), 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.

En las hembras de reposición en pastoreo, sometidas a una restricción del concentrado en la dieta, independientemente de la raza utilizada, se retrasa su pubertad. Esta se alcanza con un peso significativamente inferior, aun cuando la pastura tiene un efecto beneficioso por el aporte de vitaminas, minerales, proteínas, así como por el bienestar y el mayor fortalecimiento muscular que genera el ejercicio.

La cerda gestante es la que mejor se adapta a la alimentación con pasturas, ya que conjuga varias características: menor requerimiento de nutrientes, animales de mayor tamaño, con alta capacidad de consumo, y alto grado de desarrollo del intestino grueso. Los resultados de los trabajos realizados indican que es posible bajar considerablemente el costo de alimentación durante la gestación, reemplazando la ración balanceada por el pastoreo de sorgo forrajero y el suministro de una mezcla de grano con complemento mineral.

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 la 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.

En otros estudios con cerdas primerizas, desde la gestación hasta el destete (González-Illescas, 2016), no hubo diferencias en los indicadores estudiados (productivos y de salud). No obstante, el suministro de concentrado fue 50,0 % menor en el tratamiento a pastoreo, de ahí la ventaja del sistema en cuanto a ahorro de suplementos. Similares resultados encontraron Fajardo-Castillo (2009), relativos a la eficiencia del costo de producción diario, que fue más bajo en pastoreo, al evaluar el ciclo gestación-destete en cerdas reproductoras. Sin embargo, esta autora señaló que en esta etapa del proceso productivo (lactancia), la venta de los lechones no permitió recuperar los costos. Por ello, es común realizarla solo al final de la preceba, con un peso promedio de los lechones entre 20 y 25 kg.

Manejo de la raza criolla y sus cruces. La domesticación del cerdo, en todo el mundo, tuvo su origen en su manejo al aire libre y continuó así, fundamentalmente, en las economías de subsistencia. Esta especie se puede desarrollar en todas las latitudes, en todos los climas, y en todos los sistemas productivos, gracias a su diversidad racial, cosmopolitismo, adaptabilidad y eficiencia productiva. Asimismo, por su carácter omnívoro, el ganado porcino puede aprovechar casi todos los recursos alimenticios (Aparicio-Tovar y Vargas-Giraldo, 2011).

La crianza tradicional de los cerdos (entiéndase criollos o cruzados) es la vinculada al medio natural, en la que los animales están en contacto directo con la tierra, a tiempo parcial o completo, en cuarteles o extensiones de campo de mayor o menor extensión.

En Uruguay, Carballo-Sánchez *et al.* (2021) informan que utilizan la raza criolla Pampa Rocha y sus cruces y, en más del 90,0 % de los predios, el rodeo porcino no supera los 50 animales. Los productores utilizan la producción al aire libre en, al menos, una etapa del ciclo productivo, fundamentalmente en la cría.

Esta forma de tenencia se basa en una menor inversión en instalaciones, mayor facilidad del manejo de los cerdos en las pasturas, especialmente de las categorías de gestación, y en la intención de disminuir el costo de alimentación, al sustituir la ración concentrada por un alimento accesible y de bajo costo.

En México se utiliza el Pelón mexicano en diferentes sistemas de manejo (traspatio, intensivo y extensivo), y se plantea que esta raza está evolucionando, de los sistemas tradicionales de traspatio, a sistemas intensivos y extensivos de carácter empresarial, donde se

aprovecha la rusticidad y adaptabilidad (Hernández *et al.*, 2020).

En Colombia, hay varios tipos de cerdos criollos, pero el predominante es el Zungo. Espinosa y Ly (2015) informan que, al comparar la crianza intensiva de cerdos Landrace con Zungo, no hubo gasto de fertilizantes, herbicidas ni insecticidas por tonelada de carne producida, en el caso de los cerdos Zungo, y el agua insumida solamente representó 52,0 % de la empleada con los animales Landrace.

En Venezuela se aplica el programa de Vitriñas Tecnológicas Demostrativas (VTD), con el objetivo de generar unidades porcinas en pequeña escala familiar y transformar las existentes, que producen de forma tradicional, para una producción animal en consonancia con el ambiente, sin deteriorarlo. En este sistema, se usan tecnologías de alimentación, basadas en la utilización de materias primas alimenticias, propias de la zona, como son *Ipomoea batatas* (L.) Lam, *Saccharum officinarum* L., *Manihot esculenta* Crantz, *Morus alba* L., *Trichanthera gigantea* (Bonpl.) Nees. y forraje verde hidropónico o germinado, para generar una alimentación balanceada, no dependiente y sustentable (González-Araujo, 2011).

En el noreste de Brasil, se utiliza el manejo con razas locales, de forma extensiva y de subsistencia; además del manejo a sogá para la crianza familiar (Silva-Filha y Barbosa, 2011).

En Italia, así como en otros países de Europa, a partir de principios de los 90 se desarrollaron diferentes formas de producción extensiva. Pero, en los últimos años, los criaderos a campo han tenido mayor expansión, relacionada con la producción orgánica y la explotación de cerdos de razas autóctonas, destinadas a productos típicos de calidad, con mayores precios de mercado. En Sicilia, la explotación a campo de la raza autóctona negro siciliano se practica desde hace siglos, con formas de manejo libre o extensivo. Esta raza presenta un notable interés por las óptimas características de su carne, y la ventaja principal está representada por las modestas inversiones, estimables entre 1/5 y 1/3, con respecto a las necesarias para los criaderos intensivos (Grosso *et al.*, 2011).

En España, Aparicio-Tovar y Vargas-Giraldo (2011), en un estudio de caso realizado en explotaciones extensivas, dedicadas a la cría del cerdo Ibérico en la Comunidad Autónoma de Extremadura, que concentra 50 % de las reproductoras de esta raza en el país, observaron que el 25 % de las

explotaciones presentaban menos de cinco reproductoras, o menos de 25 cerdas de ceba. Asimismo, la superficie media dedicada al ganado porcino era de 51,1 ha. La mano de obra de estas explotaciones era de carácter familiar en 97 % de los casos.

Según Pérez-Ciria (2015), la gran ventaja del sistema de cría extensiva al aire libre del cerdo Ibérico radica en el mayor grado de bienestar, ya que el estrés se minimiza y admite que los productos del cerdo de bellota tengan más calidad que los de ceba de campo y, estos, que los de ceba, a medida que aumenta la duración de la montanera, y los kilogramos repuestos con bellota y hierba.

En Cuba, el cerdo criollo procede de los cerdos de la raza Ibérica, la cual en cinco siglos de explotación ha experimentado un proceso de mestizaje, fundamentalmente con cerdos Hampshire y Duroc. Este tipo de cerdo, generalmente, no se explota intensivamente, ni en confinamiento total, salvo en las unidades genéticas especializadas, donde se produce el pie de cría y las hembras de reposición que se distribuyen a los campesinos criadores de cerdos. El sistema de explotación más generalizado es la cría extensiva debajo de palmares y arboledas, o la crianza a sogá, en las fincas más pequeñas, aunque hay criadores que confinan a los animales en jaulas para su resguardo. La alimentación se basa en residuos de la agricultura y la industria procesadora de alimentos, vegetación natural y frutos de los árboles, así como en los residuos provenientes de la alimentación familiar, denominado popularmente sancocho.

En 1995, se propuso en Cuba un sistema de pastoreo de crías intensivas al aire libre (CIAL). Este sistema hizo énfasis en la sustitución de los concentrados por alimento local. Sin embargo, no tuvo en cuenta las plantas pratenses y forrajeras ni el manejo en pastoreo de forma intensiva (Ly y Rico, 2006).

En la provincia de Pinar del Río, el cerdo criollo se maneja de forma extensiva, en zonas de montaña y premontaña, donde las fincas poseen una extensión entre 4 y 50 ha. La alimentación se basa, casi exclusivamente, en los recursos del entorno y los frutos caídos de la encina *Quercus oleoides* spp Sagraeana C.H. Mill, árbol endémico de Cuba, desempeñan una función fundamental.

Estudios realizados por Hernández *et al.* (2020) en esa provincia confirmaron el bajo crecimiento y las altas edades al sacrificio de los cerdos criollos pinareños, así como la inconveniencia de no disponer de áreas controladas para reducir el gasto energético de los cerdos ni de suficiente información respecto

al consumo del fruto de la encina. No obstante, la percepción local tradicional refiere que los pesos que se alcanzan son satisfactorios.

El reciclaje en pastoreo y la cama profunda. El reto de la economía circular para el sector ganadero porcino consiste en lograr un equilibrio razonable entre satisfacer las necesidades alimenticias de una población en continuo aumento, y una producción segura y eficaz, que a la vez proteja, mantenga, e incluso mejore, el entorno natural (Espaliat-Canu, 2019).

Los residuales de la producción porcina se pueden utilizar de diferentes formas, en dependencia del sistema utilizado. En el caso de los animales en pastoreo, se incorporan directamente al pasto, en los sistemas de producción confinados o semiestabulados. Se puede emplear, además, la cama profunda (Cruz-Martínez y Almaguel, 2020) o la instalación de biodigestores (Martín-Martín *et al.*, 2020).

a) Pastoreo

En general, los cerdos solo aprovechan entre 50,0-60,0 % de los nutrientes presentes en los alimentos que consumen. Es por ello que sus excretas presentan alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, entre otros, los que se reciclan en el suelo. Es importante el diseño del cuartón o potrero, que permita la distribución uniforme de las deyecciones. En el pastoreo ocurre un reciclaje que puede mejorar o empeorar las condiciones del suelo y de la pastura. Entre los principales factores con posibles riesgos ecológicos se encuentran: la alta carga animal, el tipo y nivel de alimentación y la disposición del área de servicio donde se ubican los comederos y los bebederos de forma permanente, ya que en ellas se puede producir la acumulación de agua y lodo, con el consiguiente lavado de nutrientes del suelo.

En Uruguay, Monteverde y Pino (2014) estudiaron, durante 12 años de pastoreo con cerdos, el efecto en el suelo. Las parcelas eran rectangulares y estaban divididas en tres áreas de referencia: el área de servicio, donde se ubicaban comederos y bebederos (25 % del área), seguida de una intermedia a una distancia de 15 m y el área de pastoreo (75 %), a 40 m de las mencionadas. Las pasturas utilizadas fueron alfalfa y mezcla de trébol rojo, blanco y achicoria. El sistema produjo modificaciones importantes en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que generaron gran heterogeneidad espacial en las zonas diferenciadas de manejo. La zona

de servicio (incluye bebedero, comedero y refugios) concentró los mayores impactos y la de pastoreo con pasturas implantadas, los menores.

El sistema ocasionó leve compactación del suelo en toda el área. La materia orgánica se redujo, en superficie, de 4,7 % en suelo testigo a 3,9 % en suelo con cerdos, y disminuyó 17 % en profundidad, y estuvo altamente correlacionada con la disminución de la materia orgánica no particulada (<50 μm). Los grandes excedentes de P estuvieron asociados a la carga animal, la pérdida de la ración y el comportamiento de las excreciones de los animales. El exceso de N se concentró en la zona más compactada del área de servicio, con escasa acumulación en el suelo, incrementando el riesgo de contaminación de las aguas.

Los aumentos de N, K y P en la zona del área de servicio, sin laboreo, estuvieron altamente correlacionados con el aumento de la conductividad eléctrica. En los cambios fisicoquímicos influenciaron diferencialmente la carga animal utilizada.

Los resultados sugieren que producir cerdos a campo puede ser una alternativa a los sistemas confinados, pero puede generar problemas ambientales por inadecuadas prácticas de manejo. En Venezuela, Rivero *et al.* (2013) obtuvieron similares resultados referidos al P en un suelo con características diferentes al anterior, en períodos de corto plazo (174 días).

Según Pietrosemoli (2016), el manejo, con cambios frecuentes en las zonas de alimentación y las estructuras de sombra, permitiría, potencialmente, obtener mejor distribución de los nutrientes en las parcelas. También el pastoreo restringido, a determinadas horas del día, y la utilización de naves sencillas, con cama profunda, podrían ser una opción para un mejor reciclaje.

b) Cama profunda

La cama profunda se utiliza en sistemas productivos de pequeña y mediana escala. En los meses de verano y en zonas de altas temperaturas, se pueden diseñar naves de sombra, con techos temporales, fabricados con materiales vegetales secos, de 30-40 cm de espesor, para garantizar un ambiente fresco en el interior. La cama que se deposita en estas instalaciones, además del ahorro de agua y electricidad que genera, reduce los olores y la presencia de moscas, ya que no hay emisión de residuos líquidos. Esto influye en la higiene y favorece la bioseguridad, por la gama de enfermedades asociadas a estos vectores. No obstante, hay que tener en cuenta

que, en los sistemas de cama profunda, la temperatura y la acumulación de gases son mayores, con respecto a los sistemas convencionales, por lo que los principios constructivos de las instalaciones y el manejo de los animales son diferentes (Cruz-Martínez y Almaguel, 2017).

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

En estudios realizados por Cruz-Martínez y Almaguel (2020), se observó, en un ciclo de crianza, un ahorro de 177 m³ de agua de limpieza de la instalación (ahorro de 46,8 litros/animal/día), mientras que el consumo de agua de bebida fue similar en los diferentes tipos de pisos, aproximadamente 45,4 m³. En la época de invierno, la cama profunda genera valores de temperatura que favorecen el bienestar animal. Sin embargo, en la época de verano, es necesario tomar medidas de refrescamiento para evitar que se afecten los rasgos de comportamiento animal.

Somenzini *et al.* (2016), en un estudio de dos sistemas de manejo de cerdos que consistieron en cama profunda (CP) y al aire libre (AL), observaron diferencias significativas en el peso final y en la ganancia diaria de peso vivo ($p < 0,05$), a favor de los animales en cama profunda (0,95 vs 0,81 kg). Con respecto a la conversión alimentaria, los animales en al aire libre necesitaron menor cantidad de alimento (CP: 3,13:1, AL: 3,10:1), aunque sin diferencia significativa con relación a CP. Estos autores concluyen que el sistema de CP sería una buena alternativa a considerar en los procesos de reconversión de granjas con sistemas de producción a campo, o en establecimientos que estén en etapas de crecimiento, dado que la inversión inicial es más baja que la de los sistemas intensivos convencionales.

Después de terminado el ciclo de crianza de los cerdos, la cama se retira de la instalación y se puede compostar, como ocurre con los residuos de cultivos agrícolas, henos u otros materiales y las excreciones de los animales (Pentón-Fernández *et al.*,

2020). La aplicación de la técnica de compostaje de la cama profunda y su aplicación como abono orgánico en las áreas de pastoreo o de cultivos agrícolas, cumple con los postulados de la economía circular, que implica una contribución al medioambiente, que implica la mejor gestión de los desechos, la recuperación del agua; la gestión energética eficiente; el equilibrio del entorno natural, la recuperación de nutrientes del suelo y la gestión de su uso; así como la disminución de gases con efecto invernadero y compromiso con el bienestar animal.

Conclusiones

El manejo de cerdos en pastoreo, principalmente de las reproductoras, ha demostrado una menor inversión en instalaciones, disminución de los costos de alimentación, por la sustitución de suplementos concentrados por alimentos locales de bajo costo, disminución de la contaminación, si se maneja adecuadamente el reciclaje, y mejor bienestar del cerdo.

En el pastoreo, el aporte real de nutrientes dependerá del estado fisiológico y la calidad de las especies forrajeras, así como de la categoría animal y la raza de cerdos utilizada, según la estación y las condiciones edafoclimáticas existentes.

Cuando se cumple con los requisitos del manejo, con el reciclaje de las excreciones en el pasto, el uso de residuos de cultivos agrícolas en la cama y la aplicación en campo del abono que resulta del compostaje, se está contribuyendo a la sostenibilidad de forma circular, por el ahorro de suplementos, combustibles, fertilizantes y agua, así como a la adaptación y mitigación del cambio climático. Desde el punto de vista sistémico, este manejo agroecológico de los cerdos es el camino hacia una producción resiliente. Con ella se contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria, pero implica un manejo diferente, con soluciones distintas a como lo hacen los sistemas convencionales.

Agradecimientos

Se agradece a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, que permitió acceder a la información necesaria para elaborar esta revisión.

Conflicto de intereses

La autora declara que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez. Contribuyó a la concepción y diseño del artículo, redactó y revisó su contenido.

Referencias bibliográficas

- Aparicio-Tovar, M. A. & Vargas-Giraldo, J. de D. Innovación y formación en explotaciones porcinas familiares. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. p. 87-91. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Innovacion%20y%20formacion%20en%20explotaciones%20porcinas%20familiares.pdf>, 2011.
- Barlocco, N. Consumo y utilización de pasturas por cerdos en la fase de recría-terminación. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. p. 36-38. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/100-pastoriles.pdf, 2011.
- Bauza, R. 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>, 2005.
- Bell, W. & Cracco, P. El uso de pasturas en la cría de cerdos a campo la experiencia de la UPC. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de Cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. p. 39-43. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/El%20uso%20de%20pasturas%20en%20la%20cria%20de%20cerdos%20a%20campo.pdf>, 2011.
- Campagna, D.; Dichio, L.; Ausilio, A.; Bessón, P. A.; Silva, P. & Spinollo, L. Efectos de la carga animal sobre el tapiz vegetal y el recurso suelo en un sistema de producción porcina al aire libre. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República del Uruguay. p. 97-101. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Efectos%20de%20la%20carga%20animal%20sobre%20el%20tapiz%20vegetal%20y%20el%20recurso%20suelo%20en%20un%20sistema%20de%20produccion%20porcina%20al%20aire%20libre.pdf>, 2011.
- Carballo-Sánchez, Cecilia S.; Espino-Martínez, Nandy S. & Vodanovich-Possamai, Ana L. Producción de cerdos al aire libre como estrategia productiva a escala familia. En: J. M. Palma-García, J. F. Cruz-Uribe and coord., eds. *Tecnologías sociales en la producción pecuaria de América Latina y el Caribe*. Colima, México: Universidad de Colima. p. 175-184. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Producciondecerdosalairelibrecomostrategiaproductivaescalafamilia.pdf>, 2021.
- CEPAL. *Informe sobre el impacto económico en América Latina y el Caribe de la enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45602/1/S2000313_es.pdf, 2020.
- Cruz-Martínez, Elizabeth & Almaguel, R. E. Cama profunda en el sistema de extensión y capacitación porcina. *Importancia del manejo de reproductoras porcinas en sistemas silvopastoriles con dietas no convencionales*; Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas. 2020.
- Cruz-Martínez, Elizabeth & Almaguel, R. E. Evaluación de la tecnología de cama profunda con cerdos en crecimiento-ceba para el sector campesino de Cuba. En: *Tecnología de cama profunda en la producción porcina cubana*. España: Editorial Academia Española, 2017.
- Dumont, B.; González-García, E.; Thomas, M.; Fortun-Lamothe, L.; Ducrot, C.; Dourmad, J. Y. et al. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal*. 8 (8):1382-1393, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114001281>.
- Espaliat-Canu, M. *Economía circular y sostenibilidad en el sector agroalimentario*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya. <https://www.prevencionintegral.com/ca/comunidad/blog/hacia-mundo-sostenible/2019/07/11/economia-circular-sostenibilidad-en-sector-agroalimentario>. [05/10/2020], 2019.
- Espinosa, Claudia & Ly, J. Cerdos criollos colombianos y agricultura sostenible. *RCPD*. 22 (1):1-9. [CD-ROM], 2015.
- Fajardo-Castillo, Diana S. *Evaluación de dos sistemas de instalaciones y manejo para la etapa de lactancia, comparando la producción porcina tradicional vs la producción al aire libre*. Trabajo de grado como requisito para optar por el título de Zootecnista. Bogotá: Facultad de Zootecnia,

- Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=zootecnia>, 2009.
- Faner, C. La pastura de alfalfa como fuente de alimentación para cerdos en crecimiento y terminación. *Universo Porcino*. 1-7. <https://www.yumpu.com/es/document/read/19654205/la-pastura-de-alfalfa-como-fuente-de-alimentacion-para-cerdos-en->, 2016.
- GEGAN & MINAG. *Ideas iniciales para reordenar e incrementar la producción de carne porcina*. La Habana: GEGAN, MINAG. 2019.
- González-Araujo, C. Innovación y desarrollo de tecnologías en porcinos apropiadas para la producción familiar. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República del Uruguay. p. 106-109. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Innovacion%20y%20desarrollo%20de%20tecnologias%20en%20porcinos%20apropiadas.pdf>, 2011.
- González-Illescas, R. A. *Efectos del pastoreo sobre los parámetros productivos de la gestación porcina en una granja del cantón Pasaje*. Machala, Ecuador: Unidad académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7682/1/DE00040_TRABAJO-DETITULACION.pdf, 2016.
- González-Martínez, K. *Manejo de cerdos en pastoreo. Pastoreo racional en cerdos. Una herramienta estratégica*. La porcicultura.com. <https://laporcicultura.com/alimentacion-del-cerdo/cerdo-en-pastoreo/>. [28/01/2021], 2019.
- Grosso, L.; Barbieri, S.; Ferrante, V. & Ferrari, P. La producción porcina a campo en Italia. En: N. Barlocco and A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. p. 110-115. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/La%20produccion%20porcina%20a%20campo%20en%20Italia.pdf>, 2011.
- Hernández, A. Á.; García-Munguía, C. A.; García-Munguía, A. M.; Ortíz-Ortíz, J. R.; Sierra-Vásquez, Á. C. & Morales-Flores, Socorro. Sistema de producción del Cerdo Pelón Mexicano en la península de Yucatán. *Nova scientia*. 12 (1):1-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2234>.
- Ly, J. & Rico, Carmen. Cría de cerdos al aire libre. El caso cubano. *RCPP*. 13 (1). [CD-ROM], 2006.
- Machín, B. P. Movimiento agroecológico de campesino a campesino. En: F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. *Avances de la Agroecología en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 421-443, 2015.
- Martín-Martín, G. J.; Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Suárez-Hernández, J.; Cepero-Casas, L. & Pentón-Pentón, Gertrudis. La utilización de fuentes renovables de energía. Importancia de las fincas agroenergéticas. En: Milagros de la C. Milera-Rodríguez, comp. *Manejo agroecológico de los sistemas agropecuarios. Usos del suelo con abonos y biochar*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. 2020.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Machado-Martínez, R. L.; Alonso-Amaro, O.; Hernández-Chávez, Marta B. & Sánchez-Cárdenas, Saray. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):3-12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100003&lng=es&tlng=es, 2019.
- Monteverde, S. Pastoreo Racional Voisin. Montevideo: Universidad de la Republica de Uruguay. https://www.researchgate.net/publication/328789909_Pastoreo_Racional_Voisin#fullTextFileContent, 2018.
- Monteverde, S. & Pino, Amabelia del. Variabilidad espacial en las propiedades químicas del suelo en un sistema de producción con cerdos en pastoreo. *Ciencias Agrónomas. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR*. 23 (14):37-45. <https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/download/66/72>, 2014.
- Nicholls, Clara I. & Altieri, M. A. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*. 11 (1):S55-S61. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/2322/2829>, 2019.
- Pentón-Fernández, Gertrudis; Schmidt, H.-P.; Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Martín-Martín, G. J.; Brea-Maure, Odelín & Brunet-Zulueta, J. Empleo de fertilizantes orgánicos basados en biochar, producidos a partir de residuos agropecuarios. En: Milagros de la C. Milera-Rodríguez, comp. *Manejo agroecológico de los sistemas agropecuarios. Usos del suelo con abonos y biochar*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2020.
- Pérez-Ciria, Leticia. *La alimentación del cerdo Ibérico y su impacto sobre la calidad de la carne*. Trabajo fin de grado. España: Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/31760/files/TAZ-TFG-2015-1561.pdf>, 2015.

- Pietrosemoli, Silvana. Porcinos a pastoreo, estrategias para reducir su potencial impacto ambiental. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 24 (2):89-94. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/download/2527/948/, 2016.
- Pietrosemoli, Silvana & Green, J. T. 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. p. 354, 2009.
- Pietrosemoli, Silvana; Raczkowski, C.; Green J. T. & Villamide, Maria J. Effects of growing-finishing pig stocking rates on bermudagrass ground cover and soil properties. *Animals*. 10 (9):1666, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10091666>.
- Rivero, Carmen; Cabrales, E.; Santana, Giovanna; Rivas, Mayra; Pulido, Mansonia; Rey, J. *et al.* Efecto del pastoreo de cerdos sobre las fracciones de nitrógeno, carbono y fósforo del suelo *Temas Agrarios*. 18 (1), 2013. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v18i1.706>.
- Silva-Filha, O. L. & Barbosa, É. J. R. Como se produz de suínos locais na região nordeste do Brasil. En: N. Barlocco y A. Vadell, eds. *Producción de cerdos a campo. Aportes para el desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción familiar*. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República del Uruguay. p. 126-128. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Como%20se%20produz%20suinos%20locais%20na%20regiao%20nordeste%20do%20Brasil.pdf>, 2011.
- SNICS. *Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA)*. México: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/que-son-los-recursos-fitogeneticos-para-la-alimentacion-y-la-agricultura>. [20/07/2021], 2020.
- Somenzini, D.; Spinollo, L.; Skejich, Patricia; Abdul-Ahad, J.; D'Eletto, M.; Stoppani, C. *et al.* Rendimiento productivo de cerdos de engorde en sistema al aire libre (AL) respecto a un sistema de cama profunda (CP). *Memorias del XIII Congreso Nacional de Producción Porcina*. Chaco, Argentina. p. 181, 2016.
- Vázquez-Moreno, L. L. Sostenibilidad ambiental y agricultura resiliente al cambio climático. *Congreso Internacional de Suelos*. La Habana: Instituto de Suelos, Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, 2018.
- Vázquez-Moreno, L. L. *La territorialización de la producción agroalimentaria sobre bases agroecológicas en Cuba*. Medellín, Colombia: Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas-CELIA. <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/La-territorializacion-de-la-produccion-agroalimentaria-sobre-bases-agroecologicas-en-Cuba>. 2020.