



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2022; 4:1-23. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2022.4>  
Artículo Revisión. Recibido: 02/12/2021. Aceptado: 28/07/2022. Publicado: 15/08/2022. Clave: e2021-38.

## Evidencias innovadoras en el manejo sostenible de agroecosistemas ganaderos tropicales en tiempos de COVID-19



Innovative evidence in the sustainable management of tropical livestock agroecosystems in time of COVID-19

**José-Manuel Palma-García<sup>1</sup>  ID**, **Milagros-de-la-Caridad Milera-Rodríguez\*<sup>2</sup>  ID**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Colima. Autopista Colima-Manzanillo Km. 40, La Estación, CP. 28930 Tecomán, Colima. México. <sup>2</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas. Central España Republicana, Matanzas, Cuba. Código postal: 44280. \*Autor de correspondencia. E-mail: palma@ucol.mx, mmilera@gmail.com

### Resumen

Con el objetivo de analizar las innovaciones agroecológicas de agroecosistemas tropicales actuales, se abordan un conjunto de resultados y experiencias innovadoras que favorecen la resiliencia de los sistemas agropecuarios ante la emergencia climática en tiempos de COVID-19, se indican innovaciones en el manejo y recuperación del suelo, uso de recursos fitogenéticos multipropósito frescos y conservados, aditivos, agroforestería pecuaria, energía renovable y empleo de metodologías para el análisis, perfeccionamiento y monitoreo de los sistemas locales. Las innovaciones analizadas demuestran la factibilidad de la producción de alimentos de origen animal, a partir de la agroecología aplicada a los agroecosistemas tropicales y su potencial nutritivo para producciones aceptables en la pequeña y mediana escala con bajos insumos externos. Se evidenció que los sistemas que incluyen diversidad de especies (árboles-pastos) y manejo racional, mantienen la persistencia, son resilientes y superan a los sistemas con gramíneas solamente. Los efectos del COVID-19 sobre la economía mundial y de Latinoamérica en particular, establecen la necesidad de innovación y extensión, de ahí la importancia de la articulación entre las entidades de ciencia, tecnología e innovación con los actores del desarrollo territorial rural para aumentar la productividad agrícola mediante sistemas agroalimentarios sostenibles con dietas seguras y saludables.

**Palabras clave:** tecnologías, agroecología, resiliencia, alimentos.

### ABSTRACT

To analyze the agroecological innovations of the current tropical agroecosystems, a set of results, and innovative experiences are addressed that favor the resilience of agricultural systems in the face of the climatic emergency in times of COVID-19, innovations in soil management and recovery, use of fresh and conserved multipurpose plant genetic resources, additives, livestock agroforestry, renewable energy and the use of methodologies for analysis, improvement, and monitoring of local systems are indicated. The innovations were analyzed to demonstrate the feasibility of the production of food of animal origin, based on the agroecological applied to tropical agroecosystems and its nutritional potential for acceptable productions on a small and medium scale with low external inputs. It was evidenced that systems that include species diversity (trees-pastures) and rational management maintain persistence, are resilient, and surpass systems with only grasses. The effects of the COVID-19 on the world economy and in Latin America in particular, establish the need for innovation and extension, hence the importance of the



articulation between science, technology, and innovation entities with the actors of rural territorial development to increase agricultural productivity through sustainable agri-food systems with safe, and healthy diets.

**Keywords:** technology, agroecology, resilience, food.

## INTRODUCCIÓN

Para las economías de los países exportadores del Sur -donde viven los dos tercios de los habitantes del planeta- la COVID-19 es una pandemia devastadora, por la variabilidad presentada en las exportaciones, el cese de los aportes del turismo y, las complicaciones de las remesas de los emigrantes, afectados por la pérdida generalizada de empleo en los países ricos paralizados por la pandemia. Ello significó que los tres principales ingresos de los países del Sur se desploman, lo que implicó un decremento en el crecimiento de la economía, asociado a la crisis climática debido al calentamiento global ([Ramonet, 2020](#)).

Según [FAO \(2020\)](#), es probable que la seguridad alimentaria y el estado nutricional de los grupos de población más vulnerables se deterioren aún más, debido a las repercusiones socioeconómicas y sanitarias de la pandemia debido a la enfermedad del coronavirus (COVID-19). Latinoamérica y el Caribe aportan el 14% de la producción mundial de alimentos y el 45% del comercio internacional neto de los productos agroalimentarios y sus sistemas agroalimentarios suponen hasta la mitad del empleo total, así como, entre el 30 y el 40% del PBI económico.

Su nueva misión regional es impulsar la transformación necesaria de los sistemas agroalimentarios para alimentar 10 mil millones de personas en 2050. Por lo que, será necesario un aumento en la productividad agrícola mediante sistemas agroalimentarios sostenibles con dietas seguras y saludables, una mayor eficiencia hídrica, la regeneración del suelo y el almacenamiento de C, menos gases de efecto invernadero (GEI), preservación de los bosques tropicales con su biodiversidad y una mayor equidad para los pequeños agricultores, los pueblos indígenas y los jóvenes y mujeres del medio rural ([ONU, 2021](#)).

El problema ambiental, como se insiste, radica en que la civilización capitalista construyó el orden social, independientemente de las condiciones de la naturaleza. Por eso, una producción y un consumo lineal que no regrese al punto de partida, que no se reintegre a la tierra en un ciclo de eterno retorno, es absolutamente incompatible con la reproducción de los entramados de vida en el planeta ([Giraldo, 2015](#)).

Esto se destaca porque la temperatura del planeta aumentó hasta ahora 1.1 °C en promedio, y solo ese incremento pone al mundo en un estado de calentamiento peligroso, con temperaturas récord, incendios forestales, inundaciones y sequías ([Harrabin, 2021](#)). Con gran expectativa se esperaban los acuerdos de la COP26 sobre bosques, innovación y reducción de las emisiones de metano provenientes de la



extracción de combustibles fósiles. Aunque los políticos no están a la altura de la necesidad de contener el aumento de temperatura a 1.5 °C por encima de los niveles preindustriales.

En este contexto, los sistemas intensivos industriales de producción de alimentos son una de las causas de la emergencia climática y la destrucción de comunidades rurales, sin embargo, poco se menciona que la agricultura industrial, que solo produce el 30% de los alimentos para humanos y, que ocupa el 70-80% de los 1 500 millones de hectáreas de la tierra arable global, es la más susceptible a la variabilidad climática, ya que consume el 80% del petróleo, el 80% del agua y genera entre el 20-30% de los GEI (Nicholls & Altieri, 2017).

Por lo que, el objetivo del presente artículo es analizar las evidencias innovadoras de los sistemas agroalimentarios con manejo agroecológico de los sistemas agropecuarios, como herramientas de transformación con enfoque sostenible.

## **Evidencias innovadoras en el patrimonio alimentario de los sistemas productivos para las condiciones actuales**

### ***Sistemas de manejo del pastoreo***

El sistema de alimentación en pastoreo agrupa varios subsistemas: el cero pastoreo o estabulación, el pastoreo directo (que, según los sistemas, puede ser: intensivo, semi intensivo y extensivo) y el pastoreo restringido.

En sentido general, las áreas dedicadas a pastoreo en el trópico sufren un alto deterioro de sus pastizales, lo que está determinado, entre otros factores, por los constantes cambios de clima y sus eventos extremos, la baja fertilidad de sus suelos, la ineficiente regionalización de las especies introducidas, deficiencias tecnológicas durante el establecimiento de las especies y durante su manejo agronómico y pecuario, poco uso de la rehabilitación, ausencia de leguminosas, uso nulo o limitado de fertilización, agresividad de plantas arvenses invasoras, donde destacan el marabú (*Dicrostachys cinérea*) y la aroma (*Vachellia farnesiana*) y, la alta presión de patógenos. A esto se suma que, las políticas de desarrollo del sector ganadero, son inadecuadas, existe un reducido apoyo a la generación y transferencia de tecnologías, poco uso de créditos y subsidios y una relación insumo/producto desfavorable (Milera-Rodríguez *et al.*, 2020).

Si se aplicaran los principios y fundamentos de la Economía Circular, sería posible alcanzar con éxito la sostenibilidad integral del sistema y, así, cubrir las necesidades de una población en continuo aumento, a la cual es esencial garantizar una alimentación equilibrada y saludable (Espaliat-Canu, 2017).

En este sentido, cuando la ganadería se maneja sobre bases agroecológicas se mantienen entornos ecológicos equilibrados, como la dispersión de semillas (Sardiñas *et al.*, 2020), el pastoreo racional, el ramoneo de las leñosas forrajeras y el reciclaje de



nutrientes, a través de las excreciones de los animales, la fijación de N atmosférico y la mineralización de la hojarasca, todo lo cual, contribuye a la actividad biológica del mismo. En esta línea de acción, se comprobó que, con el manejo integrado agricultura-ganadería, los enemigos naturales de las plagas de los cultivos proporcionan un servicio regulador, denominado control biológico, que puede minimizar el uso de agroquímicos (Vázquez-Moreno, 2019).

### **Pastoreo racional Voisin**

En un estudio realizado por [Milera-Rodríguez \(2016\)](#); en pastoreo racional Voisin, sin el uso de agrotóxicos, la alta descarga de excretas, debido a la alta carga instantánea, favoreció la aparición y el desarrollo de los principales grupos que conforman la macrofauna, lo que además incrementa la materia orgánica (MO), mejoran la estructura y porosidad al suelo.

Se colectaron un total de 540 individuos, pertenecientes a dos *Phylum*, cinco clases y ocho órdenes. Al inicio de las investigaciones, los insectos representaron el 75.7% de la fauna y, el resto, los oligoquetos. Al final de la investigación, la cantidad de insectos disminuyó a 35.5%, debido al aumento notable de los oligoquetos (32.1%) y, a la aparición de otros grupos, como, por ejemplo, diplópodos, isópodos y arácnidos. De esta manera, al analizar el comportamiento general de los nutrientes en el área antes mencionada, se pudo observar una estabilidad en la fertilidad del sistema, donde la fertilidad del suelo no se vio afectada por el sistema de pastoreo, con ausencia de fertilizantes minerales ([Milera-Rodríguez et al., 2019](#)).

Asimismo, se clasificaron 75 especies de varias familias de plantas, que presentaron, en general, estabilidad, ya que algunas no eran perennes y, otras, no soportaron la intensidad del pastoreo en el período experimental. La notable diversidad de especies, que caracterizó a la biomasa vegetal aportada por las gramíneas, las leguminosas herbáceas acompañantes (que superaron el 20% del total de la flora existente) y otras especies, permitió la evolución de la composición botánica, que no presentó síntomas de deterioro, por lo que incrementaron su población y su dispersión en los cuarterones.

Las gramíneas mejoradas mostraron una estructura vertical característica de los pastos tropicales en su relación hoja-tallo-material muerto. En el promedio anual, todas presentaron un mayor porcentaje a favor de las hojas en los estratos de más de 30 cm de altura, los más asequibles por los animales (72% de hojas, 2% de tallos y 26% de material muerto).

Desde el punto de vista fitosanitario, la contribución a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, estuvo dado por la presencia y afectación ínfima de insectos y microorganismos causantes de enfermedades fungosas fundamentalmente, lo cual fue el resultado del pastoreo racional intensivo a que fueron sometidas las gramíneas (*Andropogon gayanus* cv. CIAT-621, *Megathyrsus maximus* cv. Likoni,



*Cynodon nlemfuensis* cv. Tocumen, *Cenchrus ciliaris* cv. Formidable) y la recuperación de estas después de la defoliación, por contar con el tiempo de reposo necesario. Es de destacar que, en las áreas que estaban asociadas las gramíneas con la *Leucaena leucocephala*, se tuvo en cuenta primero la recuperación de la arbórea, para la determinación del reposo.

Los principios del manejo racional intensivo lo ubican entre los sistemas de manejo promisorios para contribuir con la adaptación y mitigación al cambio climático. El mismo se caracteriza por emplear enfoque sistémico, considera la relación suelo-planta-animal de forma integrada (adaptación), exige de un trabajo multidisciplinario (adaptación-mitigación), es 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), cumple con la ley del reposo para la recuperación del pasto, aspecto determinante para evitar el sobrepastoreo (adaptación), favorece la biodiversidad de especies en los pastizales (adaptación), propicia una alta disponibilidad y calidad del forraje ofertado (mitigación), lo que favorece una mayor selectividad por los animales en pastoreo y disminuye la emisión de metano por kg de materia seca consumida (mitigación), estabiliza la persistencia de las especies deseables y, mantiene buena cobertura del suelo (adaptación), este manejo reduce la vulnerabilidad y aumenta la resiliencia del sistema (adaptación) (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019).

#### *Sistemas silvopastoriles (SSP)*

La ganadería puede ser una actividad sostenible y mitigadora del cambio climático si realiza en praderas mixtas, con intensa presencia de árboles y arbustos capaces de transformar la energía solar en alimentos para animales y, estos a su vez, tengan genotipos mejor adaptados al nuevo clima y a las enfermedades infecciosas y parasitarias. Por ello, es necesario reconocer las múltiples especies que existen en el área tropical que favorezcan el desarrollo de una ganadería sustentable como fue recientemente evidenciado por Palma & González (2018) y Palma & Torres (2020) al documentar 37 especies usadas en la ganadería bovina.

En los últimos cuarenta años, gracias a la investigación y el trabajo de campesinos, técnicos y empresarios pioneros, en diferentes zonas del continente se desarrollaron otros modelos silvopastoriles con objetivos más deliberados de incrementar la productividad de los árboles maderables y asociarlos con los animales a plantaciones forestales (también en algunos cultivos de árboles frutales) o maximizando la productividad forrajera para mayor carga y producción animal en forma de bancos mixtos de forraje para corte y acarreo o para pastoreo y ramoneo directo. Además de los llamados sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), que promueven la interacción en el mismo espacio y tiempo de especies en diferentes estratos o niveles Murgueitio *et al.* (2019).



Estos sistemas con leñosas forrajeras multipropósitos, desarrollan una mayor complejidad, ya que se arreglan y articulan en diferentes subsistemas, como las asociaciones de leñosas en toda el área de pastoreo, los bancos de proteínas para pastoreo y/o corte y acarreo, las cercas vivas y los setos vivos, con la posibilidad de integrar policultivos agrícolas durante su establecimiento y la producción de energía a partir de la leña de sus podas y raleos, además de biochar.

En cuanto a la vida en el suelo, en los SSP, los índices de diversidad y uniformidad son superiores, lo que indica que la presencia de los árboles potencia la actividad biológica del suelo y garantiza la estabilidad del sistema a través del tiempo.

Según [Labrador \(2008\)](#), los microorganismos del suelo desempeñan un conjunto de funciones esenciales para los ecosistemas tales como: mantenimiento de la infraestructuras; regulación de la dinámica del agua; intercambio de gases con la atmósfera y secuestro de carbono; eliminación de compuestos tóxicos; eficientizan el uso de los nutrientes; dinámica de la materia orgánica; relación simbiótica y asimbiótica con las raíces de las plantas; supresión de plagas y enfermedades y control del crecimiento vegetativo.

Otras de las ventajas están relacionadas con una menor emisión de metano, el incremento de la producción y el bienestar animal, ya que este último se mejora como resultado de la mayor disponibilidad de nutrientes comparado con el monocultivo de pasturas, la reducción del estrés calórico debido a la provisión de sombra, la posibilidad de refugio que reduce el miedo y la ansiedad, y la reducción de ectoparásitos ([Chará et al., 2020](#)).

En estudios de caso desarrollado en producción de leche y carne donde convirtieron toda su área en SSPi, la producción de leche y carne/ha se incrementó 74% y 314%, respectivamente. Las emisiones de GEI por 100 kg de leche o peso vivo adicionales estuvieron altamente correlacionadas con la producción de leche o carne por hectárea ( $r = -0.84$  y  $-0.66$  para leche y carne, respectivamente) y, declinó en todas las fincas a medida que se incrementó la producción después de la introducción del SSP ([Chará et al., 2020](#)).

Los sistemas silvopastoriles son una necesidad, no solo desde el punto de vista de la alimentación del ganado, sino por las múltiples ventajas que poseen para el ambiente, el suelo, las plantas y los animales. En este sentido, [Milera-Rodríguez \(2016\)](#) y [Sánchez-Santana et al. \(2020\)](#) concluyeron sobre el tema:

1. Los SSP expresarán su potencial en producción de leche (8-12 kg/vaca/día) en función de las condiciones edafoclimáticas, el potencial de las vacas y la densidad de la arbórea y de la gramínea mejorada (adaptación).
2. Las asociaciones de árboles con pastos mejorados, establecidas en suelos de buena fertilidad y con un bajo nivel de suplementación con concentrados, propician mejores rendimientos en producción de leche en vacas de mediano potencial, respecto a los



sistemas arborizados sobre suelos de mediana a baja fertilidad, con pastos naturales; o a dichos sistemas aún, cuando se hayan establecido sobre suelos fértiles (mitigación).

5. En los SSP, al compararlos con las gramíneas en monocultivo, se observa una mayor riqueza de organismos del suelo (con predominio de oligoquetos, es decir, lombrices de tierra), además de mayores índices de diversidad y uniformidad de estos lo que indica que la presencia de los árboles en el pastizal de la gramínea (como, por ejemplo, los de *Leucaena*) permite potenciar la actividad biológica del suelo y garantizan la estabilidad del sistema (adaptación-mitigación).

4. Las asociaciones de *Leucaena leucocephala* con gramíneas mejoradas (*M. maximus* y *C. nlemfuensis*), en suelos de mediana fertilidad, permiten un consumo de proteína bruta (PB) entre un 20-35% por encima de las necesidades de vacas de mediano potencial en lactación (7-9 kg/animal/día), mientras que la energía es deficitaria, entre un 3-10% (mitigación), por lo que es necesario ponderar la incorporación de fuentes energéticas en el sistema, como pueden ser subproductos agrícolas (banano de rechazo, pulido de arroz) o residuales agroindustriales como aquellos provenientes de la industria de los cítricos (Palma *et al.*, 2019).

5. La asociación de gramíneas mejoradas con árboles ofrece a los animales en pastoreo una alta disponibilidad de materia seca, con valores de PB, en las gramíneas, superiores en dos unidades porcentuales a las de los sistemas de monocultivo, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos. También se evidencia una mayor persistencia del pastizal (adaptación).

6. En estos sistemas, las vacas que paren con una condición corporal (CC) entre 3.0 y 3.5 tienen mayor potencial para la producción de leche (entre 20 y 25%), con respecto a las que paren con una CC inferior a 2.5 o superior a 3.5 (adaptación).

En la ceba vacuna (Iglesias-Gómez *et al.*, 2020), en sentido general, cuando se utilizan gramíneas mejoradas, asociadas en el 100% del área con *L. leucocephala*, sin suplementación, se alcanzan ganancias de peso vivo entre 600 y 700 g/animal/día como promedio (alrededor de 400 kg de peso vivo al sacrificio, con 26-28 meses de edad), superiores a las que se obtienen en sistemas de monocultivo suplementados con concentrados, o bancos de proteína en el 25-30% del área de pastoreo, donde las ganancias no rebasan los 600 g como promedio. Esta leñosa en asociación con pastos naturales, utilizados en la ceba inicial de vacunos, permitió ganancias individuales de 715 g/animal/día, e incrementos de 51% en la producción de carne por hectárea, en relación con el control de pasto natural.

Otras leñosas también son promisorias para su uso en SSP, como lo indica López, *et al.* (2015), en una evaluación con animales Cebú, que iniciaron el pastoreo con PV de 220-230 kg evaluó tres sistemas silvopastoriles, con diferentes especies leñosas, asociadas a *M. maximus* (*L. leucocephala*, *Bauhinia purpurea* y *Albizia lebbek*), se



observó que los sistemas con árboles aventajaron significativamente (788; 757 y 729 g/animal/día respectivamente) al control de *M. maximus* fertilizado (541 g/animal/día).

### *Sistemas de corte y acarreo*

Los sistemas de bancos forrajeros para corte y acarreo son pequeñas áreas de la finca o rancho que se establecen con gramíneas o leñosas, sembradas a altas densidades y, que pueden ser usadas en la época poco lluviosa o en períodos críticos, o como sustitución de suplementos para la alimentación animal.

Es común que estos bancos de gramíneas forrajeras sean de *Cenchrus purpureus* y *Saccharum officinarum*, principalmente (Martínez *et al.*, 2020; Martín, 2004). Posteriormente, se introdujeron diferentes especies leñosas en bancos forrajeros proteínicos, donde se incluyen, tanto leguminosas forrajeras, como especies de otras familias, como la titonia (*Tithonia diversifolia*), la morera (*Morus spp*), la moringa (*Moringa oleífera*) y el ramié o ramio (*Boehmeria nivea*), aunque especies como *Cajanus cajan* tienen tradición de uso, es poco valorada y en el caso de *Crotalaria juncea* es de reciente introducción en condiciones tropicales.

En general el corte y acarreo se utiliza en pequeñas áreas, ya que las plantas proteínicas utilizadas necesitan un manejo agrotécnico (en el desyerbe, la fertilización y el corte) lo que determina la eficiencia de estos sistemas por el alto rendimiento y la calidad de estos forrajes.

Pueden utilizarse en grandes áreas empleando la mecanización y se emplean como harinas para sustituir las plantas proteínicas no perennes, como la soya y la alfalfa, en los concentrados.

Estas reúnen un conjunto de ventajas, tales como: altos rendimientos de MS/ha, crecen bien en épocas de sequía, tienen alto valor nutritivo, que propicia una menor producción de metano en rumiantes, proporcionan servicios ambientales, como el secuestro de carbono, el aumento de la biodiversidad, la conservación del agua y poseen altos contenidos de proteína (Milera-Rodríguez, 2020).

Su oferta a rumiantes menores en módulos agroforestales en estabulación, posee la ventaja de concentrar todo el estiércol en un sitio, es fácil observar los animales con más frecuencia y realizar las actividades de rutina y se controlan más fácilmente las enfermedades transmitidas por vectores y las enfermedades podales. En este sentido existen experiencias que además favorece la economía circular y el enfoque de granja multipropósito como lo evidenciaron (Torres & Palma, 2021), en la producción de leche caprina y su transformación en quesos y yogur con aprovechamiento de la morera como banco de proteína, más *Cenchrus purpureus* Cuba CT 115 y *Saccharum officinarum*, además de residuales de juguería, todo ello en una hectárea de tierra.

Existen un conjunto de factores que ameritan la implementación de sistemas de corte y acarreo con plantas proteicas para la alimentación de diferentes especies de animales:



la degradación de las pasturas con gramíneas en monocultivo y sus bajos rendimientos forrajeros, principalmente en los periodos poco lluviosos, que no cubren los requerimientos de los animales en sus principales nutrientes; el alto costo por importación de los concentrados con base de cereales; el bajo porcentaje de especies mejoradas, con adecuado valor nutritivo, en pastoreo; muy baja presencia de leguminosas y otras familias de plantas leñosas y multipropósito en las áreas destinadas al pastoreo; poca diversidad de especies, aspecto tan necesario, con los cambios del clima y las afectaciones por la sequía, para que los sistemas sean más funcionales y resilientes.

Para el éxito de su aplicación deben cumplir los requisitos y normas técnicas del cultivo (densidad, frecuencia y altura de corte, fertilización y desyerbe), contar con área suficiente para que sea significativa su inclusión en la ración, las plantas seleccionadas deben soportar las podas frecuentes y rebrotar con facilidad, tener un rápido crecimiento, buena producción de hojas, especialmente en el período poco lluvioso, poseer alta calidad nutritiva y adaptarse a las condiciones de suelo y clima de la localidad, entre otros (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019).

Cabe señalar que existen diferentes experiencias en el trópico latinoamericano en donde se da prioridad a la siembra de *Morus alba*, *Moringa oleifera* y *Tithonia diversifolia* para corte y acarreo (Martín-Martín *et al.*, 2017; Ruiz *et al.*, 2017; Ruiz *et al.*, 2021; Padilla *et al.*, 2019), como complemento de la ración principal, que debe ser el pasto; sin embargo, no existe la misma prioridad para los sistemas árboles-pastos asociados, a pesar de los resultados alcanzados con los SSP. Por otra parte, la mayoría de las áreas con pastoreo de gramíneas mejoradas no cubren los requerimientos de materia seca de los animales, por lo que las plantas proteínicas no serán eficientemente utilizadas. Si se quiere cubrir el 60% de los requerimientos en la alimentación del ganado vacuno, debe priorizarse el sistema silvopastoril asociado y, utilizar para cubrir el 40% restante, otros alimentos como bancos forrajeros, de gramíneas, y de leñosas de altos rendimientos, también pueden ofertarse ensilajes y henos en el período de escasez de alimentos y subproductos locales, pero el pastoreo es la base y debe garantizar un alimento de calidad.

#### *Frutos en los SSP de pequeña y mediana escala*

El uso de frutos de especies arbóreas tropicales nativas es una opción en la ganadería tropical dada la disponibilidad de carbohidratos, minerales y proteína, aunque también es conocida la presencia de factores antinutricionales, dado que ayudan a: 1. Contribuir en reducir la estacionalidad forrajera, 2. Favorecen la degradabilidad ruminal por su calidad nutricional (Román *et al.*, 2008). 3. Incrementan consumo voluntario, y 4. Mejoran la disponibilidad de proteína por mayor presencia de bacterias celulolíticas (Navas & Restrepo, 2003). Asimismo, algunos frutos tienen un favorable impacto



antimetanogénico (Ku-Vera *et al.*, 2020), además de disponer de tecnologías que benefician la salud de los rumiantes como antiparasitario y en el desarrollo de proteína que no se degrade en rumen (Palma *et al.*, 2019). Los ejemplos de fruto de especies arbóreas tropicales nativas son múltiples, pero resaltan entre ellos: *Guazuma ulmifolia*, *Vachellia pennatula*, *Senna atomaria*, *Zizyphus mexicana*, *Crecentia alata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Caesalpinia coriaria*, *Samanea saman*, *Prosopis juliflora*, *Vachellia farnesiana*, *Inga laurina*, *Phitecellobium lanceolata*, *Psidium guajava*, *Tara cacalaco*, *Brosimum alicatrum* y *Parmentiera aculeata*, como recursos disponibles para una producción resiliente (Palma & González, 2018; Palma & Torres, 2020).

### **Producción de alimento-energía**

La concepción de sistemas de producción que integran la producción de alimentos y bioenergía, justificaron un nuevo concepto de finca denominada «fincas agroenergética», que se enuncia como: la explotación productiva, donde se desarrollan, mejoran y evalúan tecnologías e innovaciones, de forma integrada, alimentos y energía, la cual se utiliza como insumo para producir más alimentos en la propia finca, con el propósito de mejorar la calidad de vida rural y proteger el ambiente (Suárez, 2015; Suárez *et al.*, 2021). Además, es necesario la sinergia para el fomento de procesos de innovación y favorecer la creación de capacidades y habilidades técnicas y sociales que permitan el desarrollo local (Miranda *et al.*, 2021).

En este sentido se reportan resultados innovadores en el desarrollo de proyectos sobre energía renovable que incluyeron los biodigestores, gasificadores y producción de agroenergía a partir de *Jatropha curcas*, en donde los sistemas de producción alimento-energía incluyen: el reciclaje biogás/producción de electricidad/transporte público; el reciclaje biogás/uso de electricidad/iluminación/procesar alimentos, la utilización de los residuos del arroz, madera, podas/gasificación/producción de energía eléctrica y la combinación de plantas productoras de biodiesel (*J. curcas*)/plantas productoras de alimentos (Suárez *et al.*, 2021).

### **Conservación de pastos y forrajes**

La ganadería ha sido afectada productiva y económicamente por el recrudescimiento de sequías y lluvias, con el corrimiento de las estaciones, ocasionado por el cambio climático; efecto que se acentúa con la baja capacidad de resiliencia de los sistemas, debido al limitado acceso a modelos productivos sostenibles y el inadecuado asesoramiento técnico. La conservación de especies de pastos y forrajes en forma de ensilado o heno en los momentos de altos rendimientos es una magnífica opción para cubrir los requerimientos de los animales en los momentos de escasez.

De ahí, que un aspecto importante en la alimentación de los animales radique en el adecuado manejo de las áreas dedicadas al pastoreo y, a las especies forrajeras, que



permitan el aprovechamiento de los excedentes de masa fresca de la época lluviosa, para conservarlos y poder suplir el déficit que ocurre en el período poco lluvioso.

La elaboración de una estrategia es importante en el proceso de conservación. Entre los factores a considerar se encuentran el movimiento del rebaño por mes y el balance forrajero y alimentario, los cuales permiten calcular y conocer los déficits de alimentos.

### **Ensilajes**

Las áreas de pastoreo o corte que se decidan conservar deben reunir un conjunto de requisitos: a) ser cortadas y fertilizadas 45 días antes de someterlas a corte para conservar; b) el área cubierta con la especie mejorada forrajera o de pastoreo establecida, debe ser nunca menos del 60%; c) disponer de maquinaria e infraestructura adecuada para los fines de conservación que se proponen (heno o ensilaje); d) en el caso que se conserve en forma de ensilaje, si no se dispone de fertilizantes, debe planificarse un aditivo que le confiera calidad al alimento que se conservará, o mezclar la gramínea con una leguminosa o una arbórea; e) la elaboración del ensilado se planificará con antelación y f) el lugar donde se fabricará el ensilado debe estar en un área que no se encharque y que posea buen drenaje.

Durante varias décadas se realizaron estudios sobre cómo resolver el déficit de alimentos en la época de escasas lluvias, con gramíneas mejoradas en la pequeña y gran escala. Después se realizaron estudios con leguminosas y plantas arbóreas, fundamentalmente en la pequeña escala y, por último, se introdujo el ensilado de anillo como una opción para las pequeñas y medianas fincas (Ojeda *et al.*, 2006; Ojeda-García *et al.*, 2020).

Cabe señalar que el uso de caña de azúcar para ensilar es una excelente estrategia para condiciones tropicales, pues se puede cosechar en el momento de mayor necesidad, lo que permite desarrollar un balance forrajero e incrementar con aditivos nutrimentales y microbianos la calidad del producto a ofertar a los rumiantes, pues la utilización de aditivos nutrimentales como urea, sulfato de amonio y una fuente de fósforo (Roca fosfórica, fosfato monoamónico o difosfato diamónico) asociado a un inóculo microbiano incremento el contenido de proteína cruda de 2.5% a niveles de 10% e inclusive valores de hasta 16% de PC, con una excelente conservación para su utilización en la época de sequía, además de propiciar la siembra de la caña como fuente de forraje para rumiantes con los ganaderos de la región tropical, más allá de los fines industriales (Palma & Martín, 2021)

### **Heno**

La fabricación de heno es una de las formas de conservación práctica, consiste en segar el forraje y dejarlo secar en el campo mediante el sol y el viento, para que, a través de la disminución de sus contenidos de agua, se inhiban los procesos



enzimáticos y microbiológicos presentes en la descomposición de la materia orgánica y se puedan conservar todos los nutrientes presentes en la planta. También puede secarse por medios artificiales hasta niveles inferiores al 10%. En la fabricación de heno deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: edad del pasto, época para la fabricación, nivel de fertilizante nitrogenado, rendimiento de materia seca, horario de corte, tiempo de exposición al sol en el campo, volteo, tipo de máquina, tiempo de almacenamiento.

El almacenamiento puede hacerse de diferentes formas; en pacas, en trípode y en pie. En general el heno se elabora con la mayoría de las especies de la familia de las gramíneas. No obstante, las hojas secas de los árboles y otras plantas proteínicas, entre ellas las leguminosas, producen un material de alto valor nutritivo que se puede almacenar en sacos. El tiempo de secado es menor al de las gramíneas ([Ojeda-García et al., 2020](#)).

### **Subproductos y aditivos**

Existen diversas investigaciones con el uso de los subproductos de la caña de azúcar, tales como el bagacillo, bagacillo-miel-urea, bagacillo-predigerido (Martín, 2004), la cachaza procesada de diferentes formas (Gicabu, Cachaza bioprocesada, Bagarip, Garanver, Luvagar y Rafer, entre otros), así como, el procesamiento de los residuos de los centros de acopio de la caña de azúcar y la Saccharina, con el objetivo de utilizarlos en la producción animal ([Martín, 2009](#)).

La Saccharina es un producto obtenido por fermentación de los tallos de la caña de azúcar desprovistos de las hojas, en forma de harina y al cual se le añade; urea, sulfato de sodio, magnesita y sal mineral. Si se prepara de forma rústica, se mezcla los ingredientes y se deja fermentar toda la noche y después se oferta. Si se incluye en los piensos el proceso dura 48 horas y debe virarse. Esta tecnología fue desarrollada por [Elías et al. \(1990\)](#). En este proceso se mejora el valor nutricional de la caña de azúcar, y puede utilizarse para sustituir un alto porcentaje de los cereales en la alimentación de rumiantes.

[Castro & Martínez \(2015\)](#), en trabajos diseñados para la ceba porcina mostraron la posibilidad de emplear hasta 36% de Saccharina, aunque se evidenció la necesidad de mejorar el suministro de energía. No obstante, los animales alcanzaron como promedio 107 kg de peso vivo final en 112 días.

Según las producciones de cada localidad pueden utilizarse subproductos del arroz, de la industria de procesamiento de frutas, desperdicios del pescado para ensilar, aunque la melaza es una opción para el período de escasez de alimentos, es necesario la adición de urea y minerales trazas (P y S) por su bajo contenido de PB. Una de las formas en que más racionalmente se puede emplear es incluyéndola en la producción de bloques multinutricionales. En este sentido una variante del uso de la melaza es el



empleo de suplementos activadores del rumen que potencializan el empleo de los forraje de baja calidad ello permite incrementar la ganancia de peso de 500 a 600 g/animal/día con estrategias convencionales a 900 a 1000 g/animal/día, por incrementar consumo de la ración base o aprovechar los forrajes por favorecer la sincronización de nutrientes (Palma, 2011).

En relación con los aditivos, en el pasado existía una clasificación de éstos en la cual se dividían en dos grupos básicos, aditivos nutritivos (aportan nutrientes como aminoácidos) y aditivos no nutritivos (promotores de crecimiento, enzimas, entre otros). Actualmente existe una clasificación más completa, en la misma existen cuatro categorías de aditivos: tecnológicos, organolépticos, nutricionales y zootécnicos.

Los aditivos tecnológicos incluyen; conservantes, antioxidantes, emulgentes, espesantes, gelificantes, ligantes, antiaglomerantes, sustancias para el control de la contaminación por radionucléidos, reguladores de la acidez, aditivos para ensilajes, antiaglomerantes y desnaturalizantes. Los aditivos organolépticos poseen dos grupos; colorantes y aromatizantes. Los nutricionales: los integran las vitaminas, provitaminas y sustancias químicamente definidas de efecto análogo, oligoelementos o compuestos de oligoelementos y los zootécnicos incluyen los siguientes grupos: aminoácidos, urea y sus derivados, digestivos, estabilizadores de la flora intestinal, sustancias que influyen positivamente en el medio ambiente y otros aditivos zootécnicos.

En este sentido García-Hernández & García-Curbelo (2015), en estudios realizados con aditivos, tales como: enzimas, los tallos de *Agave fourcroydes* (henequén) promisorio como aditivo prebiótico, el aditivo vinaza (concentrado de destilería), la zeolita y el Vitafert, fueron evaluados como activadores de la fermentación ruminal. 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.

Los estudios con microorganismos nativos (IHPLUS®), mostraron satisfactorias respuestas cuando se utilizó como aditivo, aunque se emplearon con diferentes propósitos. El amplio espectro de aplicación como variante ecológica, radica en la 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.*), esta tecnología es amigable con el medio ambiente, pues su elaboración es, únicamente, con microorganismos que existen en la naturaleza, sin manipulación genética (Díaz-Solares *et al.*, 2019).

En estudios con monogástricos Montejo-Sierra *et al.* (2017); al ofrecer IHPLUS®, a una ración de alimento no convencional en reproductoras porcinas York/Landrace de una unidad de producción de crías, observó incrementos significativos con relación al control para las categorías cría, preceba, ceba inicial y ceba final. Los aditivos mejoran



los rendimientos productivos y tienen efectos positivos en los parámetros reproductivos y el estado sanitario de los animales.

### **Arreglos y necesidades para la innovación**

Según [Giraldo \(2015\)](#), el principio clave de las técnicas agroecológicas, cuya lógica la entienden los pueblos durante milenios, mediante la ancestral fórmula de la prueba y el error, consiste en transformar los ecosistemas acoplándose a los ciclos de la naturaleza. Para ello, es indispensable saber que los ecosistemas no producen desperdicios, porque los residuos producidos por una especie resultan en alimento para la otra, los residuos generados por las partes individuales son continuamente reciclados por el sistema. La cuestión consiste en propiciar el “diálogo de saberes”, para que las ecotecnologías no terminen usando al agricultor. Esas invenciones *ex situ*, creadas en los centros de investigación, en el marco de una “ecología de saberes”, tendrían que dar pie a la imaginación y la flexibilidad para que los pueblos las adecuen a su bioculturalidad y a sus procesos de autonomía

Son necesarias políticas públicas y la integración de entidades del sector productivo y los centros científicos. No es una tarea fácil la integración de la ciencia formal con la participativa, bajo un enfoque transdisciplinario y, la formación de capacidades, debe estar en consonancia con las necesidades y aspiraciones locales. Por ello, recientemente [Palma & Zorrilla \(2021\)](#), plantearon el concepto de tecnologías sociales racionales para la producción pecuaria basado en la propuesta de [Dagnino \(2014\)](#), en donde la necesidad de innovación debe ir aparejada con el hecho de que las tecnologías generadas sean simples, de bajo costo, fácil aplicación, que sean replicables, generadoras de múltiples beneficiarios para que tengan un impacto social probado y con un enfoque sustentable, es decir que el desarrollo de productos, técnicas, procedimientos o procesos metodológicos tenga un enfoque racional elaborados a nivel comunitario para resolver los problemas del entorno, lo cual, implica la ruptura de una tradición de oferta tecnológica a un nuevo paradigma de participación social a través de una demanda específica.

Los centros científicos especializados, que fueron concebidos para la agricultura convencional, no logran una apropiada coherencia tecnológica cuando trabajan para la agricultura sostenible y la resiliencia ante el cambio climático. En este contexto, la integración contextual de la ciencia formal con la participativa, bajo un enfoque transdisciplinario, es la clave del éxito ([Vázquez-Moreno, 2018](#)). Asumirla, significa cambios profundos en el mediano y largo plazo, debido la complejidad de los sistemas agropecuarios y, la clave del éxito, está en asumirlo desde dentro y hacia afuera de la institución en la innovación.

En la nueva economía, la innovación es la principal fuente de riqueza y diferenciación entre naciones, ya que las ventajas comparativas dependen, cada vez menos, de los



factores productivos tradicionales (capital, costos laborales, acceso a materias primas) y, cada vez más, de la habilidad de transformar conocimientos en nuevos o mejorados productos, procesos y servicios. El factor crítico es, pues, el conocimiento. Lage (2015) señaló: «el conocimiento se convierte en el factor principal de la producción y, este, es mucho más difícil de privatizar que los bienes de capital».

Para lograr la transición agroecológica hacia la sostenibilidad, con soberanía y resiliencia, se necesita soporte legal, acceso financiero y divulgación. 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.

Según de Souza-Silva (2019), si el proceso de colonización territorial requiere la descolonización, ahora necesitamos descolonizar el poder, el saber, la naturaleza y el pensamiento, porque si no hacemos este proceso, no vamos a poder liberar nuestras economías, nuestra salud y educación, en otras palabras, no vamos a descolonizar el mundo para reinventar la vida.

Existen algunas experiencias en donde la creación de equipos multidisciplinarios acompañan a los procesos; realizan diagnósticos y conocen la situación de los recursos ecosistémicos, las cadenas productivas, para efectuar las modificaciones necesarias en el marco regulatorio, además de creación de capacidades, para incentivar la producción de alimentos, entre otros (Miranda-Tortoló *et al.*, 2021).

Alcanzar desarrollo local implica elevar el capital social, el capital emprendedor, a partir de la implementación, por el Gobierno, de herramientas de gestión estratégicas, incrementar la actitud de las cadenas productivas para dar soporte económico-financiero a la dinámica de desarrollo, así como la actitud emprendedora de instituciones, organizaciones y personas del territorio para analizar y valorar el potencial que genere riqueza del territorio, incluidos la producción científica, las tradiciones culturales y los valores patrimoniales, con la identificación de una carpeta de oportunidades con nuevas actividades de desarrollo económico para la localidad, posibilidad de puesta en marcha de nuevas actividades económicas basada en la visión de futuro desarrollada mediante esos escenarios (Miranda-Tortoló *et al.*, 2021).

## CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de las diferentes innovaciones analizadas ofrecen opciones para la generación de alimentos alternativos que se establecen bien en las zonas tropicales, y con manejo agroecológico pueden cubrirse los requerimientos nutricionales para utilizarlos en la pequeña y mediana escala, con resultados productivos aceptables y las posibles ventajas no solo para la sustitución de importaciones, sino para lograr sistemas resilientes al cambio climático.



En el análisis integral de las experiencias innovativas se constató que los sistemas que incluyen los árboles en el potrero (SSP-asociados), con diversidad de especies y manejo racional, son superiores a los sistemas con gramíneas y a los sistemas compuestos por pastos naturales y las arbóreas en bancos forrajeros para corte y acarreo. Los árboles asociados a gramíneas mejoradas en el potrero, mejoran la conservación del suelo, la sanidad agropecuaria, el bienestar y la producción animal, derivan en mayor resiliencia con mejor adaptación, la persistencia apropiada ante la emergencia climática y no solo incrementa la captura de carbono, sino permiten mitigar las emanaciones de metano a la atmósfera, procedente de la fermentación ruminal. Los resultados integrales de los sistemas productivos resilientes expuestos, pueden ser utilizados por equipos de asesores, del intendente de los territorios para su innovación, así como por los productores, decisores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado, con el objetivo de realizar innovaciones en la escala local, que puedan contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria.

### LITERATURA CITADA

CASTRO M, 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 ISSN: 0034-7485.

<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698008.pdf>

CHARÁ J, Reyes E, Peri P, Otte J, Arce E, Schneider F. 2020. Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina. CIPAV, FAO & Agri Benchmark, Editorial CIPAV, Cali, Colombia. Pp. 62. ISBN: 978-92-5-132937-5.

<https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA2792ES/>

DE SOUZA-SILVA J. 2019. The rural Living Weel and the collective construction Community Life Proyects. *Cuban Journal Agricultural Science*. 53(1):91-101 ISSN: 2079-3480.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2079-34802019000100091&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2079-34802019000100091&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

DAGNINO R. 2014. *Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas*. Editorial EDUEPB. Campina Grande, Brasil. Pp. 318. ISBN: 978-85-7879-327-2.

<https://static.scielo.org/scielobooks/7hbdt/pdf/dagnino-9788578793272.pdf>DIAZ-

SOLARES M, Pérez Y, González, J, Castro I, Fuentes L, Matos M, sosa M. 2019. Efecto del IHPLUS ® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). *Pastos y Forrajes*. 42(1): 30-38. ISSN: 2078-8452.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942019000100030](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100030)



ELÍAS A, Lezcano O, Lezcano P, Cordero J, Quintana L. 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido Saccharina. *Revista cubana de Ciencia Agrícola*. 24(1): 3-12. ISSN: 0034-7485.

<https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-cubana-de-ciencia-agricola/articulo/resena-descriptiva-sobre-el-desarrollo-de-una-tecnologia-de-enriquecimiento-proteico-en-la-cana-de-azucar-mediante-fermentacion-en-estado-solido-saccharina>

ESPALIAT-CANU M. 2017. Economía circular y sostenibilidad. Nuevos enfoques para la creación de valor. Editorial CreateSpace AMAZON. USA. ISBN: 13:978-1548165543.

[https://wolfypablo.com/documentacion/documentos/2017-10/710%20Economia\\_circular\\_y\\_sostenibilidad.pdf](https://wolfypablo.com/documentacion/documentos/2017-10/710%20Economia_circular_y_sostenibilidad.pdf)

FAO 2020. El estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo. Roma, Italia. <https://www.fao.org/publications/sofi/2020/es/>

GARCÍA-HERNÁNDEZ Y, García-Curbelo Y. 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 49(2):173-177. ISSN 0034-7485.

<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698006.pdf>

GIRALDO OF. 2015. Agroecología y complejidad. Acoplamiento de la técnica a la organización ecosistémica. Ciencias sociales. Desafíos y perspectivas. *Polis Revista Latinoamericana*. 41. <https://journals.openedition.org/polis/11045>

HARRABIN R. 2021. Medio ambiente: ¿cuál es el veredicto de los científicos sobre lo acordado para frenar el cambio climático. BBC News. Inglaterra.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-59323791>

LÓPEZ O, Ruíz TE, Sánchez T, Castillo E. 2015. Potencialidades del silvopastoreo para la producción animal en Cuba. En: La ganadería en América Latina y el Caribe. Alternativas para la producción competitiva y sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. Eds: Rafael Nuñez-Domínguez y col. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. ISBN: 978-607-715-305-4.

<https://repositorio.iica.int/handle/11324/2534>



IGLESIAS-GÓMEZ JM, Castillo-Corría E, Valdés-Fernández LR, Valdés-Hernández G, Simón-Guelmes L, Hernández C. 2020. Sistema de pastoreo para el engorde de bovinos. En: Recursos forrajeros multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. Editorial EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. ISBNe 978-959-7138-45-7. Pp 369-378.

[https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos\\_forrajeros\\_multipropositos..pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos_forrajeros_multipropositos..pdf)

KU-VERA JC, Jiménez-Ocampo R, Valencia-Salazar SS, Montoya-Flores MD, Molina-Botero IC, Arango J, Gómez-Bravo CA, Aguilar-Pérez CF, Solorio-Sánchez FJ. 2020. Role of secondary plant metabolites on enteric methane mitigation in ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*. 7(584): 1-14. ISSN 2297-1769.

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00584>

LABRADOR J. 2008. Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. España. Pp. 47.

<https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2019/01/manual-suelos-jlabrador.pdf>

LAGE A. 2015. La economía del conocimiento y el socialismo. Preguntas y respuestas. Sello Editorial Academia. Playa, Cuba. ISBN 978-959-270-329-2.

<https://isbn.cloud/9789592703292/la-economia-del-conocimiento-y-el-socialismo-preguntas-y-respuestas/>

MARTÍN-MARTÍN GJ, Noda-Leyva Y, Pentón-Fernández G, González-Ybarra N, Martínez-Pérez M, Díaz-Solares M, Savón-Váldes LL. 2017. *Morus alba* L., una planta multipropósito para la producción animal en Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 7(1): 1-12. hal-02626227 <https://hal.inrae.fr/hal-02626227/document>

MARTÍN PC. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. EDICA. La Habana, Cuba. Pp. 193. ISBN: 959-7171-02-3.

MARTÍN PC. 2009. El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 13(3): 3-10. ISSN 0188789-0 <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2009/sept/1.pdf>

MARTÍNEZ-ZUBIAUR RO. 2020. Bancos de biomasa con *Cenchrus purpureus*, Cuba CT-11. En: Recursos forrajeros multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chavez. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey; ISBNe 978-959-7138-45-7. Pp. 369-378.

[https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos\\_forrajeros\\_multipropositos..pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos_forrajeros_multipropositos..pdf)



MILERA-RODRÍGUEZ M de la C. 2016. Manejo de vacas lecheras en pastoreo. Del monocultivo a la biodiversidad de especies. Editorial EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Pp. 251. ISBN: 978-959-7138-32-7

[https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/manejo\\_de\\_vacas\\_lecheras\\_en\\_pastoreo.\\_del\\_monocultivo\\_a\\_la\\_biodiversidad\\_de\\_especies\\_.pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/manejo_de_vacas_lecheras_en_pastoreo._del_monocultivo_a_la_biodiversidad_de_especies_.pdf)

MILERA-RODRÍGUEZ M de la C, Machado-Martínez R, Alonso-Amaro O, Hernández-Chávez M, Sánchez-Cárdenas S. 2019. El pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42(1): 3-12. ISSN 2078-8452

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942019000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100003)

MILERA-RODRÍGUEZ, Milagros de la C. 2020. Caracterización de los sistemas de manejo del pasto para la producción de leche. En: Recursos forrajeros multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana, Martha Hernández Chavez. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Pp 369-378. ISBN Digital: 978-959-7138-45-7.

[https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos\\_forrajeros\\_multipropositos..pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos_forrajeros_multipropositos..pdf)

MIRANDA-TORTOLÓ T, Vela D, Suset A, Machado H, Blanco G, Oropesa K, Alfonso J, García M. 2021. Fomento de capacidades y aspectos metodológicos para la innovación local. En *Tecnologías sociales en la producción pecuarias de América Latina y el Caribe*. Editores Palma JM, Cruz F. Edición Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 105-116. ISBN 978-607-8549-95-5.

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales\\_DIGITAL\\_504.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf)

MONTEJO-SIERRA IL, Lamela-López L, Arece-García, J, Lay-Ramos MT, García-Fernández D. 2017. Efecto de dietas no convencionales con microorganismos nativos en la cría porcina. *Pastos y Forrajes* 40(4): 308-314. ISSN 2078-8452

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942017000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942017000400008&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

MURGUEITIO E, Chará J, Barahona R, Rivera JE. 2019. Avances en ganadería sostenible con sistemas silvopastoriles en América Latina. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 53(1): 65-71 ISSN: 2079-3480.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2079-34802019000100065&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802019000100065&lng=es&nrm=iso&tlng=es)



NAVAS A, Restrepo C. 2003. Frutos de leguminosas arbóreas: una alternativa nutricional para ganaderías en el trópico. En *Agroforestería para la producción Animal en América Latina*. Editores MD. Sánchez, M Rosales. FAO, Roma, Italia. No. 155. <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0o.htm#bm24>

NICHOLLS C, Altieri MA. 2017. Enfrentando el cambio climático: Estrategias agroecológicas para la agricultura campesina. En: *Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático*. Editores: Clara Inés Nicholls y Miguel A. Altieri. SOCLA-REDAGRES. Berkeley, California, United States of America. Pp. 4-11. <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2017/10/Libro-REDAGRES-Caminos-a-la-resiliencia.pdf>

OJEDA F, Montejó IL, López O. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensilada en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*. 29(2): 195-202. ISSN 2078-8452. [https://www.researchgate.net/publication/303986357\\_Study\\_of\\_the\\_fermentative\\_quality\\_of\\_mulberry\\_and\\_Guinea\\_grass\\_ensiled\\_in\\_different\\_proportions#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/303986357_Study_of_the_fermentative_quality_of_mulberry_and_Guinea_grass_ensiled_in_different_proportions#fullTextFileContent)

OJEDA-GARCÍA F, Esperance-Matamoros M, Milera-Rodríguez M de la C, Cáceres-García O. 2020. Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales. En: *Recursos forrajeros multipropósitos*. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. Editorial EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. ISBN 978-959-7138-45-7. Pp. 251-277. [https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos\\_forrajeros\\_multipropositos..pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos_forrajeros_multipropositos..pdf)

ONU. 2021. América Latina es clave para alimentar 10 000 millones de personas en 2050. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2021/04/1490932>

PADILLA C, Valenciaga N, Rodríguez I, Herrera M, Fraga N. 2019: Efecto de la frecuencia y altura de corte en los indicadores morfo-agronómicos y la producción de biomasa de *Moringa oleifera* vs Criolla de Cuba. *Livestock Research for Rural Development*. 31.105. <http://www.lrrd.org/lrrd31/7/idal31105.html>

PALMA JM. 2011. Suplementos activadores del rumen como estrategia para el desarrollo de bovinos en SDP. *Innovación y Tecnología en la Ganadería de Doble Propósito*. Maracaibo, Venezuela, 19 al 21 de mayo de 2011. ISBN 978-980-6863-10-1 [http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/innovacion\\_tecno/pdfs/43capituloxxxiv.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/innovacion_tecno/pdfs/43capituloxxxiv.pdf)



PALMA JM, González C. 2018. Recursos Arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable. Ed. Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 133. ISBN 978-607-8549-32-0

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-y-arbustivos-tropicales\\_462.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-y-arbustivos-tropicales_462.pdf)

PALMA JM, Zorrilla JM, Nahed J. 2019. Incorporation of tree species with agricultural and agroindustrial waste in the generation of resilient livestock systems. *Cuban Journal of agricultural Science*. 53(1): 73-90. ISSN 2079-3480.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2079-34802019000100073](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2079-34802019000100073)

PALMA-GARCÍA JM, Santos-Méndez L, Rodríguez-Ruiz ML. 2019. Control de parásitos y protección de proteína mediante implementación de Sistemas Silvopastoriles. *Revista Colombiana de Zootecnia*. 5(9): 18-25. ISSN 2462-8050.

<http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/75>

PALMA JM, Torres JA. 2020. Recursos Arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable II. Ed. Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 127. ISBN 978-607-8549-80-1.

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-II-DIGITAL\\_495.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-II-DIGITAL_495.pdf)

PALMA JM, Martín PC. 2021. Ensilaje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para enfrentar la época de sequía en el trópico seco. En *Tecnologías sociales en la producción pecuarias de América Latina y el Caribe*. Ed. Palma JM, Cruz F. Edición Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 245-259. ISBN 978-607-8549-95-5.

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales\\_DIGITAL\\_504.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf)

PALMA JM, Zorrilla JM. 2021. Las tecnologías sociales racionales en el contexto productivo pecuario. En *Tecnologías sociales en la producción pecuarias de América Latina y el Caribe*. Ed. Palma, J.M. y Cruz, F. Edición Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 11-20. ISBN 978-607-8549-95-5.

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales\\_DIGITAL\\_504.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf)

RAMONET I. 2020. Coronavirus: La pandemia y el sistema-mundo. Director de Le Monde Diplomatique. Ofrece un pormenorizado análisis sobre las consecuencias económicas, sociales y políticas de la pandemia de coronavirus.

<https://mondiplo.com/la-pandemia-y-el-sistema-mundo>



ROMÁN L, Palma JM, Zorrilla J, Mora A, Gallegos A. 2008. Degradabilidad in situ de la materia seca de la harina del fruto de guácima, *Guazuma ulmifolia*, con dietas de frutos de especies arbóreas. *Zootecnia Tropical*. 23(3): 227-230. ISSN 0798-7269. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692008000300014](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300014)

RUIZ TE, Alonso J, Torres V, Valenciaga N, Galindo J, Febles G, Díaz H, Tuero R, Mora C. 2017. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-este de Cuba. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 21(3): 31-39 ISSN 0188789-0. <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2017/sept/3.pdf>

RUIZ TE, Alonso J, Torres V, Valenciaga N, Galindo J, Orestes La O, Febles G, Díaz H, Tuero R, Mora C. 2021. Evaluación durante la estación lluviosa de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona de Las Tunas y Granma en el oriente de Cuba. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 25(1): 75-85 ISSN 0188789-0 <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2021/enero/6.pdf>

SÁNCHEZ-SANTANA T, López-Vigoa O, Milera-Rodríguez M de la C, Lamela-López L. 2020. Principales sistemas de alimentación utilizados en la producción de leche en Cuba. En: Recursos forrajeros multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. ISBNe 978-959-7138-45-7. Pp. 369-378. [https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos\\_forrajeros\\_multipropositos..pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/assets/publicaciones/librosIH/recursos_forrajeros_multipropositos..pdf)

SARDIÑAS Y, Del Viento A, Herrera M, Palma JM. 2020. Endozoocoria en bovinos, vía para la diseminación de semillas de arbóreas y restauración de pasturas. *Livestock Research for Rural Development*. 32.116. <http://www.lrrd.org/lrrd32/7/espart32116.html>

SUÁREZ J. 2015. Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. *Pastos y Forrajes*. 38(1): 3-10 ISSN 0864-0394. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942015000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000100001)

SUÁREZ J, Martín G, Cepero L, Sotolongo J, Iglesias Y. 2021. Integración de producción de alimentos y bioenergía en el desarrollo de sistemas sostenibles. En *Tecnologías sociales en la producción pecuarias de América Latina y el Caribe*. Editores Palma, J.M. y Cruz, F. Edición Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 127-138. ISBN 978-607-8549-95-5. [http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales\\_DIGITAL\\_504.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf)



TORRES JA, Palma JM. 2021. De la agricultura convencional a la de tipo multifuncional. Caso granja “Don Nelo”. En Tecnologías sociales en la producción pecuarias de América Latina y el Caribe. Ed. Palma, J.M. y Cruz, F. Edición Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 61-78. ISBN 978-607-8549-95-5.

[http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales\\_DIGITAL\\_504.pdf](http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf)

VÁZQUEZ-MORENO LL. 2018. Sostenibilidad ambiental y agricultura resiliente al cambio climático. 53 Aniversario del Instituto de Suelos. IX Congreso de la sociedad cubana de la ciencia del suelo. Congreso Internacional de Suelos. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.

VÁZQUEZ-MORENO LL. 2019. Escalonamiento de la agroecología y gestión territorial de la resiliencia ante el cambio climático. X Congreso Cubano de Meteorología. 1<sup>er</sup> Encuentro de Agroecología y Resiliencia al Cambio Climático. X Congreso Cubano de Meteorología. Habana Libre. Ciudad de la Habana. Cuba.

## Errata, Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>