

ARTÍCULO RESEÑA

Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba

Evolution of grazing management for dairy production in Cuba. Generated principles

Milagros de la C. Milera, O. López y O. Alonso

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

RESUMEN: El objetivo de este artículo es analizar la evolución de los resultados científicos más importantes durante los últimos 40 años de investigación, obtenidos en estudios sobre sistemas de manejo con pastos para la producción de leche bovina en Cuba. La recopilación realizada permitió generar un grupo de principios que rigen el manejo con gramíneas mejoradas, leguminosas volubles y árboles para ramoneo. Se analizaron los retos en la concepción de los sistemas para la producción de leche en Cuba, que constituyen el nuevo paradigma: la producción de alimento y de energía a partir de gramíneas mejoradas, en pastoreo o en asociación con árboles forrajeros, energéticos, maderables y otros, que cubran el 80 % de los requerimientos de los animales.

Palabras clave: árboles, gramíneas, leguminosas, sistemas de pastoreo

ABSTRACT: The objective of this paper is to analyze the evolution of the most important scientific results related to the management of grazing systems for dairy production in Cuba, during the last 40 years of research. The compilation made allowed to generate a group of principles that rule the management with improved grasses, twining legumes and trees for browsing. The challenges in the conception of milk production systems in Cuba, which constitute the new paradigm: food and energy production on improved grasses in association with fodder, energy, timber and other trees, that cover 80 % of the animals' requirements, were analyzed.

Key words: trees, grasses, legumes, grazing systems

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones relacionadas con el manejo de los pastos para la producción de leche bovina en Cuba comenzaron en la década del 70, a partir de los estudios sobre gramíneas en monocultivo, con altos y bajos insumos; y continuaron en los años 90, con leguminosas herbáceas y arbóreas, pero con bajos insumos. En este sentido, se tomaron experiencias de varios especialistas, tales como: Mc Meekan (1963), Voisin (1963) y Stobbs (1978), y se iniciaron los trabajos con gramíneas del género *Cynodon*.

Los resultados de varias décadas de estudio ininterrumpido –generalizados a partir de un enfoque sistémico–, los cuales tienen como base los principios generales sobre el manejo de los pastos y forrajes para la producción de leche, se integran en la actualidad a una nueva filosofía que se basa en la concepción y el manejo agroecológico de los sistemas pecuarios; estos sistemas ejercen un gran

impacto en el sector agrario cubano, y en ellos la productividad, la rentabilidad y el cuidado del ecosistema constituyen la ecuación que soporta la sostenibilidad y la inocuidad del proceso de producción.

Por ello, el objetivo de este artículo fue proporcionar a los diferentes actores del contexto ganadero un conjunto de principios sobre el manejo y la utilización de los recursos fitogenéticos forrajeros para la producción de leche bovina.

I. Principios generados a partir de las investigaciones sobre el manejo del pastoreo

En Cuba, el monocultivo en la Revolución Verde se aplicó de forma diferente a la de otros países, ya que no se marginó a la población rural. Con el triunfo de la Revolución se emitieron dos leyes de reforma agraria, cuyos objetivos eran cambiar la situación existente en cuanto a la distribución de

las riquezas, así como beneficiar a los más pobres y aumentar la producción, para satisfacer el crecimiento de la demanda de alimento por parte de la población, como resultado de la redistribución del ingreso a favor de la mayoría.

En la práctica, en las áreas ganaderas no se aplicó fertilizante químico en exceso, lo que no afectó el suelo ni el manto freático; mientras que la aplicación de otros agroquímicos no rebasó, como promedio, los 40 kg/ha/año (González *et al.*, 2004). El objetivo de introducir especies pratenses y forrajeras mejoradas de la familia de las gramíneas no fue eliminar las especies endémicas; por el contrario, esto se hizo para enriquecer el germoplasma existente, ya que la ganadería era una prioridad.

Las investigaciones sobre los pastos y forrajes como principal alimento del ganado, en sistemas intensivos con gramíneas mejoradas en monocultivo, se realizaron para conocer la potencialidad de las especies, y así poder emplear la menor cantidad de suplementos importados. En este sentido, se le concedió una gran importancia al manejo de la pradera, ya que no existían investigaciones sobre este tema en Cuba. Con esto no solo se le dio respuesta al problema en ese momento, sino que dichos estudios sirvieron de base para las futuras proyecciones del trabajo científico.

Los resultados relacionados con el potencial de producción de las especies pratenses y forrajeras (Pereira *et al.*, 1990; Lamela, 1991), la respuesta de los pastos a la carga animal en pastoreo (Martínez, 1978; Jeréz, 1983), la presión de pastoreo (Milera *et al.*, 1987; Hernández *et al.*, 1990; Hernández *et al.*, 1994; Pereira y Lamela, 1995), la disponibilidad y calidad de las especies empleadas, el número de cuarterones/ tiempos de ocupación y de reposo (Hernández *et al.*, 1985; Milera *et al.*, 1987), la segregación de áreas en pastoreo para la conservación de alimentos, el manejo de grupos de animales punteros y continuadores (Jordán, 1984) —cumpliéndose las leyes del pastoreo racional (Voisin, 1963)—, la persistencia de las especies pratenses y forrajeras en pastoreo, así como el manejo del banco de proteína de leguminosas herbáceas (Pereiro, 1985) fueron abordados con anterioridad, cuando el riego y la fertilización se priorizaban. No obstante, se generaron principios que sirvieron de base a las investigaciones posteriores.

1.1 Principios para el manejo de gramíneas y leguminosas pratenses, en monocultivo con riego y fertilización, para la producción de leche

Las especies mejoradas, con riego y dosis de fertilización no menores de 250 kg de N/ha/año,

poseen potencial para producir entre 8 y 11 L/vaca/día, y la producción por área puede ser superior a 10 000 L/ha.

La carga es el elemento más importante en el manejo y está directamente relacionada con la especie de pasto, su cobertura, la disponibilidad de MS, la fertilización, el manejo de la rotación y los requerimientos de MS de los animales.

La mejor respuesta a la intensificación de la carga en pastoreo, con riego y fertilización, la presenta *Cynodon nlemfuensis*, con más de 5 vacas/ha.

La presión de pastoreo es la mejor forma de expresión de la carga, ya que relaciona la disponibilidad de MS con las necesidades del animal en un área determinada. Esta no se debe manejar con una oferta menor de 30 kg de MS/vaca/día, puesto que a partir de dichas cantidades se puede cubrir hasta el 80 % de los requerimientos de MS para animales de mediano potencial.

La calidad del pasto se afecta por el incremento de los días de estancia en el cuarterón, debido a la disminución de la relación hoja-tallo y del contenido de PB; así como al aumento de la FB, lo que repercute negativamente en la producción de leche.

El tiempo de reposo entre un pastoreo y otro debe ser lo suficientemente largo para que permita la recuperación, siempre que no se afecte la calidad de la especie y esta pueda ser pastoreada en el momento óptimo.

Para la segregación de las áreas en pastoreo que se conservarán como ensilaje o heno se cumplirán los requisitos siguientes: el área debe estar cubierta por más del 70 % de la especie que se desea conservar, el tiempo de reposo debe ser mayor de 45 días para efectuar el corte, se fertilizará con al menos 50 kg de N/ha; así como se debe considerar la carga, el número de cuarterones y el momento de la segregación recomendados para el periodo lluvioso (PLI), ya que estos tienen una influencia determinante en la cantidad y la calidad de material conservado.

Cuando se manejan varios grupos de animales es imprescindible orientar el pastoreo en función de los requerimientos de cada uno. Si es en línea, los punteros deben ser los de mayor producción; mientras que en el pastoreo por grupo en áreas independientes, estos deben tener asignados los cuarterones con mejor pasto y más cercanos a la unidad.

La persistencia de la especie no se afecta cuando se maneja adecuadamente el pasto, lo cual significa que se emplea el reposo, la estancia y la presión de pastoreo requeridos. Si se violan estos requisitos

ocurrirá la despoblación y la invasión de plantas arvenses en el potrero.

En los sistemas de pastoreo que emplean el banco de proteína, se debe destinar entre el 20 y 30 % del área a la siembra de la leguminosa, así como manejarse con no menos de cuatro cuarterones y con las vacas de mayor requerimiento. El pastoreo será restringido, en el horario de la mañana; y se puede realizar en días alternos, sin que se afecte la producción de leche. La persistencia de las leguminosas herbáceas se perjudica en mayor medida que la de las gramíneas cuando el suelo, la topografía, el clima y el manejo no son adecuados. El potencial depende de la raza: con vacas Holstein se alcanzan entre 13 y 15 L/vaca/día, mientras que con el cruce Holstein x Cebú se obtienen entre 8 y 11 L/vaca/día.

II. Manejo racional de gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas, sin riego y con baja o nula fertilización

En los años 80 e inicios de la década del 90 del siglo xx se manifestó una tendencia regresiva en el rebaño ganadero, debido a problemas en el aseguramiento de la base alimentaria, vinculados a: la falta de acuartonamiento, la insuficiencia de fertilizantes, la disminución de las áreas de pastos, así como la pérdida de estas por la infestación de plantas arvenses. En ese momento se destinaron más de 1,7 millones de pesos al subsidio de la producción ganadera (González *et al.*, 2004).

II.1 Manejo racional de pastizales con gramíneas

Carga y tiempo de reposo

En un estudio con tres gramíneas (*Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* y *Cenchrus ciliaris*), la carga global de 2 UGM/ha se ajustó a 1,5 UGM/ha en el segundo año, ya que la disponibilidad de MS comenzó a disminuir. No obstante, al cabo de cuatro años de evaluación se incrementó notablemente la diversidad de especies vegetales: 75 en total (Milera, 1995).

Cuando se empleó el método del salto (rotar sin orden preestablecido, según la disponibilidad de pasto), se evidenció que en los cuarterones con más de una especie de gramínea mejorada la determinación del punto óptimo se debía realizar en función del tiempo de reposo. Además, se debía considerar el objetivo del manejo de la pradera, la especie que ocupaba el mayor porcentaje del área, la más seleccionada y consumida para evitar su desaparición.

Por otra parte, se comprobó que el tiempo de reposo promedio en el periodo poco lluvioso (PPLI) fue superior a los 70 días. Esta prolongación permitió la fructificación de las leguminosas herbáceas, así como su diseminación e incremento en la frecuencia de distribución de sus poblaciones en los cuarterones (Machado *et al.*, 2000).

En estos sistemas la carga instantánea superó las 200 UGM/ha y se manejó de acuerdo con la presión de pastoreo o disponibilidad de MS, y con restricción de las horas de pastoreo según fuera necesario. Las especies no tuvieron el mismo comportamiento, ya que algunas disminuyeron su disponibilidad y otras comenzaron a despoblarse. La carga instantánea permitió una significativa descarga de excreciones (17 t/ha/año) que influyó en el incremento de la biota edáfica (Hernández y Milera 1996), aunque no cubrió las necesidades nutricionales de las especies mejoradas en este tipo de suelo.

Macrofauna edáfica

El estudio de la biología del suelo (la macrofauna, específicamente) evidenció que, después de cuatro años de manejo racional, se incrementó el número de órdenes de los organismos más representativos, debido a la presencia de otros grupos, entre ellos: los dermápteros, los dípteros, los arácnidos y los isópodos, pertenecientes a las clases *Insecta*, *Arachnida* y *Crustaceae*, respectivamente; los cuales enriquecieron la biodiversidad de los pastizales (Sánchez *et al.*, 1997).

Respuesta de la entomofauna

En cuanto a los resultados de la evaluación fitosanitaria en el área de gramíneas en monocultivo (*A. gayanus*, *P. maximum*, *C. nlemfuensis*, *Brachiaria purpurascens* y *C. ciliaris*), a pesar de no tener suficientes elementos para recomendar un pasto determinado—debido a que los insectos fitófagos y los síntomas de enfermedades fungosas se presentaron en cantidades ínfimas—, se puede afirmar que el sistema de pastoreo intensivo racional puede influir en los insectos y patógenos a través de los diferentes cambios que ocurren, entre los cuales se encuentran: la diversificación de la flora (75 especies); la existencia de una menor disponibilidad de masa foliar para consumir por la plaga en determinado momento; la pérdida de un pasto hospedero por excelencia a causa de no resistir el pastoreo intensivo; el corto tiempo de reposo de algunas especies pratenses, lo que hace que el animal pase por un mismo cuartón con mayor frecuencia que cuando

se pastorea con el sistema tradicional; así como la no aplicación de fertilizantes ni plaguicidas inorgánicos (Alonso *et al.*, 2011).

Conservación de los excedentes

El aprovechamiento del excedente de pasto es una necesidad en el PLI, por ello se retomaron las recomendaciones para la elaboración de silos pequeños. El proceso de fabricación del silo de anillo para conservar pastos y forrajes u otros alimentos tiene una duración de un día, y se pueden emplear gramíneas mejoradas del pastoreo o del área forrajera. Si las gramíneas son de poca calidad, se utiliza follaje de arbóreas con alto valor nutritivo; además, se debe cumplir adecuadamente la metodología para su fabricación (EPPF Indio Hatuey, 2012).

II.2 Manejo del banco de proteína

II.2.1 Con leguminosas herbáceas

En los sistemas con banco de proteína de *Neonotonia wightii* se empleó fertilización y una carga entre 2,0 y 2,6 vacas/ha. En los estudios a corto plazo, las producciones superaron los 10,5 kg de leche/vaca/día, con un ahorro de 1 kg de concentrado, ya que se suplementó a partir del séptimo litro producido. Sin embargo, en los estudios por más de dos años se produjeron 9,4 kg/vaca/día, con intervalo parto-parto de 393 días. No se observó despoblación de la leguminosa con el pastoreo restringido en el horario de la mañana (Lamela *et al.*, 1995).

Los bancos de *Teramnus labialis* se manejaron con una carga global entre 2 y 3 vacas/ha, con fertilización. La disponibilidad de MS y la persistencia tuvieron un buen comportamiento, mientras que la producción de leche fue de 9,5 kg/vaca/día (Milera, 1996).

En el caso de *Lablab purpureus* en cultivo puro, con laboreo mínimo en pastoreo, es posible realizar cuatro rotaciones con pastoreo restringido en el horario de la mañana, y se obtienen producciones de más de 10 L/vaca/día (Milera *et al.*, 1989).

II.2.2 Con leguminosas arbóreas

La inclusión de leguminosas arbóreas en los sistemas de bajos insumos con poca o ninguna aplicación de fertilizante en la gramínea mejorada constituyó un nuevo paradigma, debido a las ventajas que representaba en aquellos momentos en que las principales afectaciones eran la falta de combustible, lubricantes y piezas de repuesto, y el incremento de los precios de los concentrados.

Al incluir los árboles en el área de pastoreo es indispensable considerar los requisitos siguientes: el pastoreo se inicia después del establecimiento de las leñosas, con un tiempo de reposo de 60 a 70 días en el PPLI, de manera similar a lo que se debe realizar cuando estas se someten a poda, por lo que en ese momento el manejo del sistema se basa en la recuperación de la arbórea.

La arbórea se considera establecida cuando alcanza una altura de 2 m; sin embargo, la poda se realiza cuando la planta tiene una altura superior a 3 m y la mayor parte del follaje no es accesible al animal. El manejo de los sistemas silvopastoriles se aborda en la tecnología del silvopastoreo (EPPF Indio Hatuey, 2012).

La inclusión de especies arbóreas en pastoreo se inició a mediados de la década de los 80, en sistemas de producción de leche con banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Esta se estableció en un sistema de *P. maximum* cv. Likoni en el 20 % del área (fertilizada y sin riego), con una carga global de 2,5 vacas/ha. Además, en el PLI se cosechó la gramínea en pastoreo para ensilar. La producción de leche fue de 10,1 L/vaca/día (Milera *et al.*, 1994).

En otra investigación, Lamela *et al.* (2001) obtuvieron una producción de 8 L/vaca/día, en 40 ha pertenecientes a una unidad de una empresa de Mantanzas, de las cuales 8 ha se dedicaron al banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Cunningham, 29 ha a la gramínea *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano y 3 ha a la caña de azúcar, manejadas con una carga de 1,7 vacas/ha.

II.3 Asociación de árboles con pastos mejorados

Valor nutritivo de los alimentos

Las investigaciones realizadas durante más de 20 años sobre la producción y utilización de las leguminosas arbóreas permitieron conformar una tecnología fundamentada en el uso de *L. leucocephala*, *Albizia lebbek* y *Gliricidia sepium*, en sistemas silvopastoriles (SSP). De esta manera se crearon las condiciones propicias para aplicar el silvopastoreo como recurso propio disponible en las actuales condiciones de producción.

En la asociación gramínea-leguminosa arbórea se encuentran las mayores disponibilidades de PB y EM, si se compara con el monocultivo de gramíneas, lo que explica en cierta medida el mejor desempeño bioeconómico de los rebaños explotados en dicho sistema (Simón, 2011).

Influencia de las condiciones edáficas y de las especies establecidas en el sistema productivo

En una investigación con vacas Siboney de Cuba de varias lactancias, Reinoso (2000) comparó cuatro agroecosistemas. Los sistemas I y III estaban constituidos por una asociación de leucaena con pastos cultivados, en un suelo de buena fertilidad. El sistema II también era una asociación de leucaena, pero con pastos naturales, en un suelo de baja fertilidad. Por último, el sistema IV era un monocultivo de pastos mejorados sobre suelo fértil. Los animales consumieron concentrado comercial a razón de 0, 1, 2 y 3 kg/animal/día, respectivamente. Los mejores promedios diarios de producción por lactancia se encontraron en los sistemas I (7,1 kg/animal/día) y III (8,0 kg/animal/día); mientras que los rendimientos más bajos se hallaron en los sistemas II y IV, con 5,2 y 6,2 kg/animal/día, respectivamente.

Sánchez *et al.* (2008) realizaron un estudio en condiciones comerciales, durante cinco años, en el que emplearon vacas de la raza Mambí de Cuba, que pastaban en una asociación de gramíneas mejoradas (*P. maximum* cv. Likoni y *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano) y *L. leucocephala* cv. Cunningham; estas consumieron 0,46 kg de concentrado/animal/día y alrededor de 10 kg de forraje fresco de caña de azúcar en el PPLI. Se obtuvieron producciones entre 8,5 y 9,0 kg/animal/día con vacas de primera lactancia durante los tres primeros años, y entre 7,5 y 8,2 kg/animal/día con vacas múltiparas en los dos últimos años.

López *et al.* (2003) efectuaron también un estudio con vacas Mambí de Cuba, en un sistema similar al empleado por Sánchez *et al.* (2008). La oferta de MS fue considerable durante el año de evaluación, ya que superó los 47 kg/animal/día en ambas épocas. No obstante, hubo un exceso de PB en la dieta (25 y 38 % para el PPLI y el PLI, respectivamente) y un déficit de energía en ambos periodos.

Las dietas con un contenido de PB significativo estimulan el incremento de la producción de leche al inicio de la lactancia, debido a que las vacas son capaces de movilizar sus reservas corporales de energía para satisfacer las demandas de nutrientes requeridos. Por otra parte, las vacas que paren con una condición corporal (CC) entre 3 y 3,5 (escala del 1 al 5) son capaces de producir un 20 % de leche más que aquellas que lo hacen con una CC de 2,5; y hasta un 25 % más con respecto a las que paren con una CC igual a 4. Ello implica que las vacas obesas, al momento del parto, presentan una mayor dificultad para producir leche (López *et al.*, 2002).

Asimismo, es posible lograr producciones de más de 10 L/vaca/día en vaquerías especializadas con animales de las razas Siboney y Mambí de Cuba, cuando se utilizan sistemas silvopastoriles (*L. leucocephala* y *P. maximum*) y una suplementación con concentrado de 170 g por kilogramo de leche producido.

Estudio entomofaunístico

El estudio entomofaunístico realizado en el área de la asociación de *L. leucocephala* con *P. maximum* mostró la presencia de una variada cantidad de insectos en esta leguminosa, agrupados en 96 especies, de las cuales el 44 % representan nuevos informes para esta planta en Cuba. Asimismo, el 42 % son insectos benéficos, entre los cuales predominan los biorreguladores. Por otra parte, en las gramíneas se encontraron los insectos típicos de esa vegetación. Si se calculan los índices ecológicos es posible obtener apreciables valores de diversidad de insectos en las áreas muestreadas ($H' = 0,85$ y $2,23$ en el caso de los fitófagos; y $2,52$ y $2,39$ en los benéficos, en el estrato arbóreo y el herbáceo, respectivamente), debido a la presencia de los árboles, el microclima que se crea gracias a estos y la variedad de nichos existente. Ello a su vez permite que se alcance un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores, favorecido por las interacciones complejas que ocurren en estos sistemas, las cuales se basan en el método sinecológico, el estudio de las comunidades, es decir, medioambientes individuales, y las relaciones entre las especies que viven allí (Alonso, 2009; Alonso *et al.*, 2011).

Macrofauna edáfica

En el SSP compuesto por guinea y leucaena, la hojarasca de la leguminosa arbórea representó el mayor porcentaje de peso dentro de la producción total, con un contenido más alto de nitrógeno y de calcio que el de la hojarasca de la gramínea en monocultivo. Entre las especies presentes, la velocidad varió en el siguiente orden: leucaena mayor que guinea en el SSP y mayor que en el pastizal de guinea en monocultivo. Por otro lado, los valores superiores de densidad y biomasa de individuos de la macrofauna, el predominio de los oligoquetos, así como los mejores índices de diversidad, riqueza y uniformidad en el SSP, indican que la presencia de la leucaena en el pastizal de gramínea permite potenciar la actividad biológica del suelo y garantizar la estabilidad del sistema (Sánchez *et al.*, 2008).

II.4 Manejo de las multiasociaciones de árboles con pastos mejorados

En la multiasociación (sistemas silvopastoriles intensivos, SSPi) de numerosas especies (gramíneas y leguminosas herbáceas y arbóreas), con alta densidad de plantas arbóreas (más de 15 000 plantas/ha), la disponibilidad alcanzó valores de 4 y 7 t de MS/ha/rotación en el PPLI y el PLI, respectivamente. A través de técnicas microhistológicas se determinó la selectividad de la dieta ofrecida, la cual presentó un mayor componente de leguminosas que de gramíneas y tuvo una influencia significativa en la calidad nutritiva del alimento consumido. La disponibilidad de 25 kg de MS/vaca/día fue suficiente para cubrir los requerimientos de las vacas que producían más de 8 L/día sin suplementación. Este sistema permitió cargas superiores a 2,5 UGM/ha, debido a la alta producción de MS, la elevada calidad y la notable diversidad de especies que lo caracterizan (Hernández *et al.*, 2011).

Otra ventaja de estos sistemas árboles-pastos se relaciona con los servicios medioambientales, debido a la captación de carbono, si se compara con el monocultivo -425,2 vs. 9,5 t de C/ha- (Milera *et al.*, 2010). Además, permiten mayor intensificación, ya que se pueden alcanzar producciones de leche superiores a 6 000 L/ha/año.

II.5. Empleo de pedestales

Los pedestales garantizan altas producciones si se maneja adecuadamente toda el área, es decir, con un enfoque sistémico; a este sistema tecnológico solo se llevan las vacas de mayor producción (en sus primeros 100 días de lactancia), pero se debe cubrir sus requerimientos todo el año.

En el sistema de pedestales VERDEMAR se utilizaron árboles de *L. leucocephala* asociados con gramíneas mejoradas y leguminosas herbáceas, los cuales se sembraron a 4 m entre surcos y a 1 m entre plantas, y se organizaron 21 pedestales/ha. Se aplicó riego y fertilización, y las vacas solo salían del sistema a la hora de ordeño. En forma de zigzag se sembró *Azadirachta indica* (árbol del Nim), que sirvió para dar sombra a las vacas, además de proteger el área de plagas y enfermedades. Los resultados reproductivos fueron: 50 % de vacas gestadas, 5 % vacías, 28 % inseminadas y 17 % recentinas, y se alcanzó una producción de leche de 20 000 L/ha/año (Verdecia y Falcó, 2012).

En una lechería comercial se evaluaron durante dos años los resultados productivos, en un área de pastoreo de 42 ha de gramíneas mejoradas (*C.*

nlemfuensis), sin fertilizar, y en un área de pedestales de *N. wightii* más *Pennisetum purpureum* CT-115, con riego cada 15 días en el PPLI. La carga utilizada fue de 7 vacas/ha/año y estas pastorearon alrededor de cuatro horas en el pedestal, durante la mañana; el resto del tiempo lo hicieron en el monocultivo de gramíneas.

La producción promedio por día de lactancia fue de 8,0; 9,1 y 9,2 kg/vaca/día para la primera, la segunda y la tercera lactancia, respectivamente (Sánchez *et al.*, 2008).

II.6 Pastoreo porcionado

En el pastoreo porcionado se utiliza una porción o parte del área de una vaquería (alrededor del 12 % del área total), con el propósito de intensificar su uso. En este sistema se aplica riego y se emplea una alta carga. En algunos casos se manejan las áreas de forraje o las fracciones o porciones del área de pastoreo donde existan pastos mejorados, o también pequeñas áreas para su fomento; las cuales son similares a los pedestales, pero con la diferencia de que en algunos casos solo existen gramíneas mejoradas en monocultivo o asociadas con arbóreas, sin la leguminosa herbácea, para suministrar a las vacas de mayor producción (Ray, 2000).

Lamela *et al.* (2010) evaluaron, durante un año, una asociación que ocupaba 2 ha de *P. purpureum* CT-115 y los árboles forrajeros *L. leucocephala* y *Morus alba*, con riego en el PPLI, en un sistema con una superficie total de 65 ha; en estas condiciones se estudió el comportamiento productivo de vacas de mediano potencial del cruce Holstein x Cebú durante los primeros 150 días de lactancia, con una complementación en el PPLI de 5 kg de hollejo de cítrico fresco o conservado (0,83 kg de MS). La carga fue de 10,0 vacas/ha en el PLI y 8,3 vacas/ha en el PPLI; la oferta de pasto, de 39 y 31 kg de MS/animal/día; y la producción de leche, de 11,6 y 7,8 kg/vaca/día, respectivamente. Además, se evidenció el efecto de la suplementación de un alimento comercial basado en el residuo de destilería del maíz (North Gold), a razón de 400 g/kg de leche producido a partir del sexto litro de leche, y se obtuvieron 8,5 kg de leche/vaca para el grupo sin suplementación con respecto al grupo suplementado (10,6 kg/vaca/día).

II.7 Empleo del forraje de plantas proteínicas para corte y acarreo

El forraje de la biomasa comestible de morera (hojas y tallos tiernos) a razón de 1 % del PV en

vacas lecheras fue mejor utilizado por los animales cuando se ofreció troceado, en combinación con el pastoreo restringido de gramíneas mejoradas sin fertilización, que cuando se entregó en mayor porcentaje pero sin trocear. Además, en vacas mestizas se pueden obtener más de 10 L de leche/vaca/día, sin el empleo de suplementos concentrados (Milera *et al.*, 2007).

La utilización de *L. purpureus*, incluido en el 30 % de la ración de vacas lecheras, incrementó en 1,5 L la producción de leche con respecto al control sin la leguminosa (10,7 vs. 9,2 L/vaca/día), y permitió un ahorro de 1,2 kg de concentrado por vaca diariamente (Milera *et al.*, 1989).

II.8 Principios generados

- En los sistemas con gramíneas mejoradas sin fertilización no se deben manejar las áreas por encima de la capacidad de carga, ya que esto conduciría a la disminución de la disponibilidad de MS y de la persistencia, por lo que la restricción del pastoreo es una necesidad en el PPLI.
- En áreas establecidas con más de una gramínea mejorada, el tiempo de reposo se debe planificar en función de las especies más consumidas o seleccionadas, las de mayor cuantía en el cuartón o aquellas que se interese preservar, para evitar su desaparición.
- A finales del PLI y durante el PPLI se deben proporcionar tiempos de reposo de más de 70 días, en función de las precipitaciones y la recuperación de las especies.
- En los sistemas con manejo racional no todas las gramíneas mejoradas responden de la misma forma a las altas cargas instantáneas (200 UGM/ha), por lo que la disponibilidad y la población pueden disminuir y con ello afectarse su persistencia.
- En el manejo racional de las asociaciones gramíneas-leguminosas, los tiempos de reposo prolongados inciden beneficiosamente en las leguminosas herbáceas, ya que, por lo general, fructifican en el PPLI, lo que permite aumentar su cantidad y frecuencia de distribución en los cuartos.
- Cuando se manejan pastizales con altas cargas instantáneas se propicia una alta descarga de excreciones que beneficia el incremento de la biota edáfica (insectos, arácnidos y crustáceos, como los grupos más representativos) y el crecimiento de un rebrote con mayor calidad; no obstante, los requerimientos del pasto están en función de la especie, las horas de pastoreo y el tipo de suelo.
- El manejo racional intensivo sin la aplicación de agroquímicos, con tiempos de reposo adecuados y menor cantidad de área foliar a consumir por las plagas en determinados momentos (debido a la alta utilización que hacen los animales), evita que ocurra una aparición significativa de insectos y microorganismos patógenos, lo cual se puede favorecer además con el incremento de la diversidad de especies vegetales.
- En los sistemas de producción sin riego ni fertilización, la segregación de áreas de pastoreo o la conservación de áreas forrajeras deben seguir los principios enunciados en el epígrafe I, y se pueden utilizar los silos de anillo de pequeño tamaño, que permiten mejorar la calidad del ensilaje si se emplean mezclas de gramíneas mejoradas con plantas proteínicas o aditivos, como urea o miel-urea.
- En los sistemas de pastoreo que emplean el banco de proteína de especies arbóreas, con igual manejo que el referido en el epígrafe II, el potencial está entre 10 y 12 L/vaca/día. Los requisitos para el establecimiento y el manejo de la poda serán similares a los que se describen a continuación para los sistemas asociados árboles-pastos.
- En las asociaciones árboles-pastos mejorados, se debe cumplir lo siguiente: a) la arbórea se considera establecida cuando alcanza una altura de 2 m, como promedio; la poda de los árboles se realiza cuando la mayor parte del follaje no esté accesible al animal y su altura sea superior a 3 m; b) se corta anualmente solo el 50 % de las plantas, por lo que se podan cada dos años; c) la poda se efectúa a una altura entre 1,0 y 1,5 m en el PPLL (marzo-mayo) en el cuartón donde los animales están pastoreando, y los cortes en cada rotación se hacen de forma escalonada, de manera que el follaje sirva como un complemento proteínico de la dieta (1-2 kg de MS/vaca/día); d) la carga puede ser de 1,2-1,5 UGM/ha; e) el tiempo de reposo en el PPLL se debe manejar teniendo en cuenta la recuperación de la arbórea (60-70 días).
- Los SSP expresarán su potencial en cuanto a 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 la gramínea mejorada que se utilice, ya que poseen mayor disponibilidad y calidad de la biomasa en comparación con los sistemas en monocultivo de gramíneas mejoradas.
- Las asociaciones de árboles con pastos mejorados en suelos de buena fertilidad y la su-

- plementación con determinada cantidad de concentrados propician mejores producciones de leche en vacas de mediano potencial, que los sistemas arborizados en suelos de baja fertilidad y con pastos naturales, o los no arborizados aun cuando se hayan establecido sobre suelos fértiles, con pastos cultivados y, además, un nivel aceptable de suplementación con concentrados.
13. En cuanto a la macrofauna edáfica, en los sistemas silvopastoriles se encuentra una mayor riqueza de organismos (con predominio de los oligoquetos y las lombrices de tierra), con respecto a las gramíneas en monocultivo; así como mayores índices de diversidad y uniformidad, lo que indica que la presencia de los árboles en el pastizal de gramíneas permite potenciar la actividad biológica del suelo y garantizar la estabilidad del sistema.
 14. Las asociaciones árboles-pastos mejorados propician la presencia de diferentes hábitats para las especies insectiles, ya que se crea un microclima que favorece su desarrollo; además, permiten el establecimiento de interacciones complejas que implican un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores. Ello favorece a estos últimos y a otros organismos benéficos entre los que se encuentran los polinizadores, los coprófagos y los descomponedores de la MO, que son los responsables de mantener la estabilidad biológica de estos sistemas, a nivel del pastizal.
 15. En la multiasociación (SSPi) de numerosas especies (gramíneas y leguminosas herbáceas y arbóreas) con alta densidad de plantas arbóreas (15 000 plantas/ha), la diversidad de la dieta ofrecida y consumida, con un mayor componente de leguminosas que de gramíneas, influye en la calidad nutritiva del alimento, por lo que con 25 kg de MS/vaca/día se pueden alcanzar los mismos resultados que con ofertas entre 30 y 50 kg de MS/vaca/día, en los sistemas con riego y fertilización y sin suplementos concentrados.
 16. Las asociaciones de *L. leucocephala* con gramíneas mejoradas (*P. maximum* y *C. nlemfuensis*) en suelos de mediana fertilidad permiten un consumo de PB entre 20 y 35 % por encima de las necesidades de los animales; mientras que existe un déficit de energía entre 3 y 10 % para vacas de mediano potencial en lactación (7-9 kg/animal/día).
 17. El alto contenido de PB de la dieta de los animales en los sistemas asociados estimula el incremento de la producción de leche al inicio de la lactancia, debido a que las vacas son capaces de movilizar sus reservas corporales de energía para satisfacer las demandas de nutrientes requeridas.
 18. Las vacas manejadas en asociaciones de pastos mejorados con leucaena, que paren con una CC entre 3 y 3,5, tienen entre 20 y 25 % de mayor potencial para la producción de leche con respecto a las que paren con una CC inferior a 2,5 o superior a 3,5.
 19. Los pedestales y el pastoreo porcionado se deben manejar con un enfoque sistémico y deben cumplir los principios del manejo del pasto, ya que la vaca manifiesta su mayor producción en los primeros 100 días de lactancia que es cuando se utiliza esta parte del área; sin embargo, posee requerimientos desde antes del parto que deben ser cubiertos para garantizar el reemplazo y las producciones de leche.
 20. En sistemas con gramíneas mejoradas, sin fertilización, el empleo del forraje de *M. alba* (hojas y tallos tiernos) a razón del 1 % del PV en vacas lecheras mestizas y pastoreo restringido permitió producciones de 10 L de leche/vaca/día, sin suplementos concentrados. Con la inclusión en la ración del 30 % de forraje de *L. purpureus*, se pueden alcanzar similares resultados.

III. Los nuevos retos

Es necesario que la producción de leche esté basada en sistemas que empleen los fitorecursos forrajeros en bancos mixtos de plantas proteínicas, silvopasturas y gramíneas de altos rendimientos, debido al precio de los suplementos; lo que contribuiría además a la mitigación del cambio climático en 2 millones de hectáreas.

Además, estos sistemas deben considerar el crecimiento del inventario de ganado y la calidad genética de los animales, por su potencial en producción de biomasa, producción animal y salud. Esto requiere de conocimientos, inversiones y evidencias por parte del productor, lo que implica un complejo proceso.

La inclusión de fuentes renovables de energía en los sistemas pecuarios es un reto. En los sistemas agroenergéticos se aprecian resultados prometedores en la instalación de aerobombas, biodigestores y gasificadores en áreas dedicadas a la producción animal (leche y carne), así como en los que la innovación ha permitido la integración del cultivo de plantas aceiteras productoras de biodiesel. Entre las especies evaluadas está *Jatropha curcas*, la que se adapta a suelos marginales de baja fertilidad y se

puede incluir asociada a cultivos agrícolas y también a pastos.

En Cuba solo se dispone de 0,023 árboles/habitante, por lo que llevarlos a las zonas ganaderas constituye una acción no solo de bienestar animal y adaptación, sino de mitigación; porque además de todas sus ventajas, los árboles forrajeros también disminuyen la producción de metano en el rumen.

CONSIDERACIONES FINALES

Lo más importante en la extensión de los resultados a la práctica productiva es considerar los principios o leyes que los generaron y adecuarlos a las condiciones de cada sitio, sin desatender el cuidado del medioambiente y el conocimiento del campesino. Esa es la mejor forma de contribuir al desarrollo local, el cual representa un espacio privilegiado para impulsar la economía y es el nicho ideal para la innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, O.; Lezcano, J. C. & Milera, Milagros de la C. El contexto fitosanitario en sistemas de pastoreo racional con gramíneas y en silvopasturas. En: Milagros de la C. Milera, ed. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 443-466, 2011.
- Alonso, O. *Entomofauna en Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit asociada con gramíneas praten-ses: Caracterización de la comunidad insectil en leucaena-Panicum maximum Jacq.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 2009.
- EEPF Indio Hatuey. Vacunos. Tecnología del silvopastoreo para la producción de leche. En: *Tecnologías, metodologías y resultados generados por la EEPFIH*. Milagros de la C. Milera, ed. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 68-72, 2012.
- González, A.; Fernández, P.; Bu, A.; Polanco, Carmen; Aguilar, R.; Dresdner, J. et al. La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos. La Habana: Instituto Nacional de Investigaciones Económicas, 2004.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C. & Fung, Carmen. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. I. Efecto de la oferta diaria de materia seca. *Pastos y Forrajes*. 17 (3):245-255, 1994.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C.; Robles, F. & Fung, Carmen. Efecto de la oferta de materia seca sobre el consumo y la producción de leche en vacas pastando *Chloris gayana* cv. Callide. En: *Resúmenes. VIII Seminario Nacional Científico Técnico de Pastos y Forrajes*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 122, 1990.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta & Reyes, F. Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos. En: Milagros de la C. Milera, ed. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 513-535, 2011.
- Hernández, D.; Rosete, A. & Robles, F. Sistema de pastoreo rotacional para la producción de leche con *C. dactylon*. II. Efecto del tiempo de estancia. *Pastos y Forrajes*. 8 (3):279-295, 1985.
- Hernández, Marta & Milera, Milagros. Efecto de un manejo rotacional flexible en la fertilidad del suelo. *Pastos y Forrajes*. 19 (2):177-184, 1996.
- Jeréz, Irma. *Comportamiento de vacas lecheras con diferentes cargas en gramíneas tropicales*. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana: ICA-ISCAH, 1983.
- Lamela, L. *Evaluación de pastos para la producción de leche*. Tesis presentada en opción al grado de candidato al Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana: ICA-ISCAH, 1991.
- Lamela, L.; García-Trujillo, R.; Rodríguez, I. & Fung, Carmen. Efecto del banco de proteína de *Neonotonia wightii* en dos sistemas para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 18 (1):95-102, 1995.
- Lamela L.; Matías, C.; Fung, Carmen & Valdés, R. Efecto del banco de proteína de leucaena en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 24 (3):259-264, 2001.
- Lamela, L.; Soto, R. B.; Sánchez, Tania; Ojeda, F. & Montejo, I. L. Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. *Pastos y Forrajes*. 33 (3):311-321, 2010.
- López, O.; Lamela, L. & Sánchez, Tania. Efecto de la época en la condición corporal y el comportamiento productivo de hembras Mambí en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*. 26 (3):221-230, 2003.
- López, O.; Lamela, L.; Sánchez, Tania & Díaz, Magalys. Efecto del sistema silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Mambí en una finca lechera comercial. *Pastos y Forrajes*. 25 (3):195-208, 2002.
- Mc Meekan, C. P. *De pasto a leche*. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur, 1963.
- Machado R.; Milera, Milagros & Corbea, L. A. Dinámica florística de un pastizal de *Andropogon gayanus* bajo pastoreo racional intensivo. *Pastos y Forrajes*. 23(3):181-197, 2000.
- Martínez, R. O. *Racionalización del uso de los concentrados para la producción lechera de vacas en pastoreos*. Tesis presentada en opción al gra-

- do de candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana: ICA-ISCAH, 1978.
- Milera, Milagros. *Efecto de un manejo rotacional racional Voisin sobre el comportamiento del pastizal*. Tesis presentada en opción al título de Máster en *Pastos y Forrajes*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 1995.
- Milera, Milagros. Efecto de un banco de proteína de *Teramnus labialis* sobre la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 19 (2):177-184, 1996.
- Milera, Milagros; Hernández, D.; Iglesias, J. M.; Sánchez, Saray; Alonso, O. & Machado R. Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de rumiantes para mitigar el cambio climático. En: M. Ibrahim y E. Murgueitio, eds. *Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaría Sostenible*. Panamá. p. 45, 2010.
- Milera, Milagros; Iglesias, J. M.; Remy, V. & Cabrera, N. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17 (1):73-82, 1994.
- Milera, Milagros & Machado, R. Aplicación de las leyes del Pastoreo Racional Voisin en Cuba. En: Milagros de la C. Milera, ed. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 1-50, 2011.
- Milera, Milagros; Martín, G. J.; Hernández, I.; Sánchez, Tania & Fernández, E. Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. *Revista Avances de Investigación Agropecuaria (AIA)*, Universidad de Colima. 11 (2):3-14, 2007.
- Milera, Milagros; Martínez, J.; Cáceres, O. & Hernández, J. 1987. Efecto de diferentes ofertas *Cynodon dactylon* (L.) Pers cv. Coastroos-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 10 (3): 239-245, 1987.
- Milera, Milagros; Remy, V.; Santana, H.; Martínez, J. & Cabrera, N. Efecto de la inclusión de forraje de *Lablab purpureus* en el 30 % de una ración para vacas lecheras. *Pastos y Forrajes*. 12 (1):65-70, 1989.
- Pereira, E. & Lamela, L. Producción de leche en pastoreo con diferentes ofertas de pasto estrella cv. Tocumen. *Pastos y Forrajes*. 18 (2):151-161, 1995.
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, L. Evaluación de pastos para la producción de leche. Guinea (Likoni y Común) y pasto estrella cv. Tocumen. *Pastos y Forrajes*. 13 (1):67-73, 1990.
- Pereiro, M. *Utilización del pastoreo restringido de glycine (Neonotonia wightii) como suplemento de vacas lecheras de mediano potencial alimentadas de pastos y forrajes conservados*. Tesis presentada en opción al grado de candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana: ICA-ISCAH, 1985.
- Ray, J. V. *Sistema de pastoreo racional para la producción de leche con bajos insumos en un suelo vertisol*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Granma, Cuba: Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, 2000.
- Reinoso, M. *Contribución del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 2000.
- Sánchez, Saray; Milera, Milagros; Suárez, J. & Alonso, O. Evolución de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional racional intensivo. *Pastos y Forrajes*. 20 (2):143-148, 1997.
- Sánchez, Tania; Lamela, L.; López, O. & Benítez, M. Comportamiento productivo de vacas lecheras Mambí de Cuba en una asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunninghamham. *Pastos y Forrajes*. 31 (4):371-388, 2008.
- Simón, L. El silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizal. L. Simón, ed. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2011.
- Stobbs, T. H. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 18:5-11, 1978.
- Verdecia, J. C. & Falcó, Marlenis. Explotación del Sistema de Pedestal VERDEMAR en la Empresa Pecuaría Hermanos Sartorio. En: *Pre-Congreso LABIOFAM 2012*. La Habana: LABIOFAM. Grupo Empresarial, 2012.
- Voisin, A. Productividad de la hierba. Madrid: Editorial Tecnos S.A., 1963.