

# Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego

## Milk production from an association of *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Pennisetum purpureum* CT-115 with irrigation

L. Lamela<sup>1</sup>, R.B. Soto<sup>2</sup>, Tania Sánchez<sup>1</sup>, F. Ojeda<sup>1</sup> e I. Montejo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: [luis.lamela@indio.atenas.inf.cu](mailto:luis.lamela@indio.atenas.inf.cu)

<sup>2</sup>Empresa de Cítricos “Victoria de Girón”, Matanzas, Cuba

### Resumen

En la vaquería “El Rancho” de la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón” del municipio Jagüey Grande, en la provincia de Matanzas, Cuba, se realizó un estudio con el objetivo de determinar la producción de leche en una asociación de la gramínea *Pennisetum purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros *Leucaena leucocephala* y *Morus alba*, en condiciones de riego. Se emplearon vacas de mediano potencial (Holstein x Cebú) del grupo de alta producción, las cuales tuvieron acceso al sistema hasta los 150 días de lactancia. Se utilizó un modelo multiplicativo para analizar la producción de leche con efecto en la curva de lactancia; se analizaron las variables: bimestre de producción, época y número de lactancias, y se midió la disponibilidad de materia seca. La oferta de materia seca en el área de la asociación fue superior a 30 kg de MS/animal/rotación como promedio durante el período de evaluación, y hubo diferencias entre las épocas del año. Los mayores resultados se encontraron en el bimestre julio-agosto y los menores en enero-febrero y marzo-abril, con diferencias significativas ( $P < 0,01$ ); mientras que la producción de leche fue de 10,0 y 9,9 kg/vaca/día para la tercera y la cuarta lactancia, respectivamente. Se alcanzaron ingresos totales de 312 668,81 pesos y una relación beneficio/costo de 3,60 pesos producido por cada peso gastado. Los resultados sugieren que el sistema de asociación con plantas leñosas en condiciones de fincas ganaderas, permite a las vacas de mediano potencial niveles aceptables de producción de leche, además de mantener una buena disponibilidad de materia seca del pastizal, así como indicadores económicos favorables.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, *Morus alba*, *Pennisetum purpureum*, producción lechera

### Abstract

In the dairy unit “El Rancho” of the Citrus Fruit Firm “Victoria de Girón” of the Jagüey Grande municipality, in Matanzas province, Cuba, a study was conducted in order to determine milk production in an association of the grass *Pennisetum purpureum* CT-115 with the forage trees *Leucaena leucocephala* and *Morus alba*, with irrigation. Moderate-potential cows (Holstein x Zebu) from the high-production group, which had access to the system until 150 days of lactation, were used. A multiplicative model was used to analyze the milk production with lactation curve effect; the following variables were analyzed: production two-month period, season and number of lactations; and dry matter availability was measured. The dry matter offer in the area of association was higher than 30 kg DM/animal/rotation as average during the evaluation period, and there were differences between the seasons. The highest results were obtained in July-August and the lowest in January-February and March-April, with significant differences ( $P < 0,01$ ); while the milk production was 10,0 and 9,9 kg/cow/day for the third and fourth lactation, respectively. Total incomes of 312 668,81 pesos and a cost/benefit ratio of 3,60 pesos produced for each peso spent were achieved. The results suggest that the association system with ligneous plants under livestock production farm conditions, allows moderate-potential cows having acceptable milk production levels, in addition to maintaining good dry matter availability of the pastureland, as well as favorable economic indicators.

Key words: *Leucaena leucocephala*, milk production, *Morus alba*, *Pennisetum purpureum*

## Introducción

Los sistemas agroforestales tienen el potencial de conservar los recursos naturales a través de la reducción de los daños ocasionados por la variabilidad climática, el control de la erosión de los suelos, el aumento de la calidad del forraje y la disminución en la estacionalidad de su producción, además de promover la biodiversidad vegetal y animal.

En la actualidad, la asociación de las especies arbóreas con los pastos mejorados en toda el área de pastoreo es una práctica agroforestal que ha tenido una alta aceptación por los productores e investigadores. Entre las especies más usadas se encuentra *Leucaena leucocephala* (Alonso *et al.*, 2006), así como *Morus alba*, que es una especie leñosa de alto valor nutritivo y aceptable producción animal (Martín *et al.*, 2007).

Cuando se piensa en un sistema sostenible para producir leche, en el cual se utilice como alimento fundamental el pasto, es necesario la presencia de las especies arbóreas, debido a que mejoran el valor nutritivo de la dieta y las leguminosas desempeñan un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, el cual se utiliza por las gramíneas en la asociación (Sierra y Nygren, 2006).

Estos sistemas se han trabajado en condiciones de investigación y existe poca información de su comportamiento y manejo cuando se utilizan en condiciones comerciales. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue determinar la producción de leche de una asociación de la gramínea *Pennisetum purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros *L. leucocephala* y *M. alba*, en condiciones de riego.

## Materiales y Métodos

*Localización.* El estudio se desarrolló en la vaquería “El Rancho” de la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón”, ubicada en el poblado de Agramonte, del municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, Cuba (81° 6' latitud Norte y 22° 40' longitud Oeste).

El suelo está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999), con un relieve llano. La superficie agrícola de la unidad era de 65 ha, de las cuales se sembraron 2 ha con una asociación de *P. purpureum* CT-115 y las arbóreas *M. alba* y *L. leucocephala*; se aplicó riego cada 15 días en el período poco lluvioso. El resto del área se mantuvo con pasto natural en condiciones de secano (63 ha).

*Preparación del suelo.* La preparación de las 2 ha de la asociación se realizó con cinco labores (rotura, grada cruce, grada, y surcado) y comenzó en el mes de abril del 2006.

*Siembra.* Se inició en el mes de junio del 2006. La morera se sembró por estacas que contaban con cinco yemas, a una profundidad de 8-10 cm y a una distancia de 30 cm entre plantas. La distancia entre los surcos dobles de leucaena y morera fue de 1 m y de la leucaena dentro del surco de 1,2 m. *P. purpureum* cv. CT-115 se sembró en las calles de 4 m, a una distancia entre surcos de 70 cm (5 surcos por calle) y a una profundidad de 15 cm.

Se realizaron labores de limpieza de las malas hierbas con guataca, a partir de los 30 días de la siembra, y posteriormente cada vez que se requería para lograr una alta población de las especies sembradas. Además se regó en junio y julio; posteriormente se retiró ese servicio, hasta que comenzó el período poco lluvioso.

*Manejo del sistema.* Se inició la fase de explotación con animales en enero del 2007. El área se dividió en 60 cuartones de 5 m de ancho por 50 m de largo, para garantizar el tiempo de reposo del pasto. Se elaboraron los planes de rotación a través de la estimación visual de la altura media del *P.*

*purpureum* CT-115 en el cuartón, donde 1 significó muy bajo (8-20 cm), 2 bajo (21-50 cm), 3 regular (51-100 cm), 4 bueno (100-150 cm), 5 muy bueno (151-170 cm) y 6 pasto pasado ( más de 171 cm).

*Animales y manejo.* La unidad contó con un total de 80 vacas mestizas del cruce de Holstein x Cebú, que tenían entre tres y ocho años de edad (de estas, 38-42 en ordeño) y una carga global en la vaquería de 1,25 vacas/ha; mientras que en las 2 ha de la asociación fue de 10 vacas/ha. Los animales después del parto se incorporaron al sistema de la asociación gramíneas/especies arbóreas, hasta que cumplían los 150 días de tiempo de lactancia o cuando la producción de leche disminuía por debajo de 8 kg/vaca/día. Después se incorporaban al grupo de baja producción y al seco que se manejaban en los cuartos de gramíneas de la unidad. Las vacas se alojaron en las naves de sombra desde las 10:30 am hasta que concluía el ordeño de la tarde (aproximadamente las 4:00 p.m). En la madrugada se recogían a las 4:00 a.m. y regresaban al pastoreo a las 6:00 a.m. Se ordeñaron dos veces cada día (4:30 a.m. y 2:00 p.m).

*Alimentación.* Los animales fueron suplementados en el período poco lluvioso con hollejo de cítricos fresco o conservado, a razón de 5 kg/animal/día. Todos recibieron una suplementación con 400 g de *northgold* por kilogramo, a partir del sexto kilogramo de leche producido en la seca y la lluvia, respectivamente. Durante todo el año se les ofreció sales minerales y agua a voluntad.

### **Mediciones**

*Disponibilidad y calidad del pasto.* Se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990). Los muestreos se realizaron todos los meses, a la entrada y salida de los animales. Paralelamente a los muestreos de disponibilidad, pero con una frecuencia bimestral, se tomaron muestras de los pastos (300 g) para estimar su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo.

*Disponibilidad de L. leucocephala.* Se estimó en 12 de los árboles en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 1,70 m.

*Composición florística del pastizal.* Se determinó por el método de los pasos, descrito por Anon (1980).

*Producción de leche.* Se realizó el pesaje de leche mensual al 100% de los animales que pastorearon en la asociación, para determinar la producción por vaca en ordeño.

*Procesamiento de los resultados.* La producción de leche de las vacas se procesó a través de un modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia (Menchaca, 1978), que se basa en la representación algebraica de esta ( $Y_n = a n_b e^{-cn}$ ), según Wood (1969), y se empleó para el análisis de las observaciones el paquete estadístico elaborado por el Instituto de Ciencia Animal.

Para el análisis de la producción de leche se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijklmno} = a + b \log_n + c + p_j + d_k + g_l + h_m + q_n + r_o + e_{ijklmno}$$

donde:

$$Y_{ijklmno} = \log Y_{ijklmno}$$

a = log A, constante común a todas las observaciones

bc = parámetros de la curva de lactancia según la representación algebraica de Wood (1967)

n = n-ésimo día de lactancia correspondientes a la observación  $Y_{ijklmno}$

p = log p<sub>j</sub>, efecto de j –ésimo bimestre de parto

$d_k = \log d_k$ , efecto k-ésimo bimestre de producción

$g_l = \log g_l$ , efecto de l-ésimo año

$h_m = \log h_m$ , efecto de m-ésima época del año

$q_n = \log q_n$ , efecto de n-ésimo número de lactancia

$r_o = \log r_o$ , efecto de o-ésima suplementación

$e_{ijklmno}$  = error experimental

Los indicadores del pastizal (oferta y calidad de la MS) se procesaron a través de la media aritmética.

*Indicadores económicos.* Se determinaron a través de los controles económicos de los ingresos y gastos de que se dispone en la granja, de acuerdo con los indicadores recomendados por Guevara (1999), y se agruparon de la siguiente forma:

- Ingresos brutos = Ingresos totales - gastos fijos
- Gastos totales = Gastos fijos + gastos variables totales
- Flujo de caja = Ingresos totales - gastos totales
- Gastos/ha = Gastos totales/ No. de hectáreas
- Gastos/vaca = Gastos totales/ No. de vacas
- Ganancia/ha = Flujo de caja/ No. de hectáreas
- Ganancia/vacas = Flujo de caja / No. de vacas
- Costo kg de leche = Gastos totales/volumen de producción
- Relación beneficio/costo = Ingresos brutos/gastos totales
- El precio del kg de leche según la calidad determinada en el laboratorio.

Los indicadores económicos se calcularon con el empleo del programa Microsoft Office Excel del 2003.

## Resultados y Discusión

El *P. purpureum* CT-115 se estableció a los cuatro meses (tabla 1); sin embargo la leucaena y la morera se demoraron más en establecerse y todas las especies lo lograron en los tiempos recomendados por Padilla (2006); mientras que en el caso de la leucaena el tiempo de establecimiento fue inferior al informado por Corbea y Blanco (2005), que fue de un año (2 m de altura).

Tabla 1. Composición florística antes de someterla a pastoreo.

Table 1. Floristic composition before being subject to grazing.

Especie	Tiempo de establecimiento (meses)	Composición florística
<i>P. purpureum</i> CT-115	4	88%
<i>L. leucocephala</i>	7-8	3 000 plantas/ha
<i>M. alba</i>	7-8	9 000 plantas/ha

Por otra parte, la composición florística mostró una aceptable población de especies mejoradas, tanto de gramíneas como de arbóreas.

La disponibilidad de MS, que fue de más de 30 kg de MS/vaca/día (fig. 1), permitió a las vacas seleccionar mejor la dieta; este valor coincide con el recomendado para las vacas en pastoreo con oferta de pastos tropicales (Muñoz *et al.*, 2009).

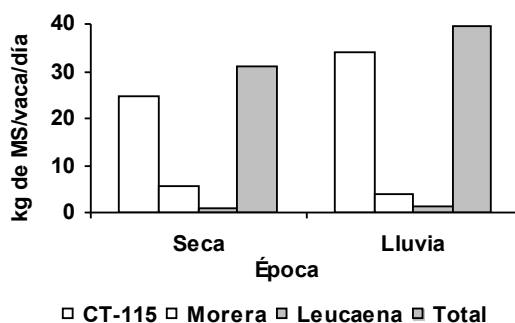


Fig. 1. Oferta de materia seca (kg/vaca/día).

Fig. 1. Dry matter offer (kg/cow/day).

Por otra parte, los alimentos ofrecidos (tabla 2) fueron de buena calidad, por su elevado contenido de PB; el CT-115 alcanzó 10% de ese nutrimento y las especies arbóreas presentaron contenidos superiores al 25%, lo que garantizó una dieta de aceptable valor nutritivo para las vacas de mediano potencial lechero.

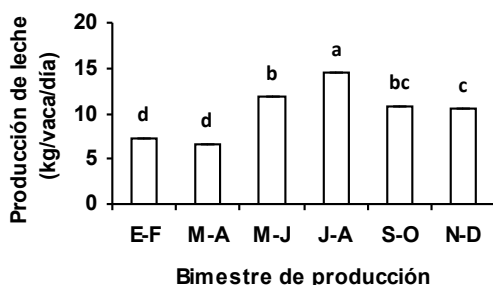
Tabla 2. Calidad de los alimentos (%).

Table 2. Feedstuff quality (%).

Alimento	MS	PB	FB	Ca	P
CT-115	23,2	10,0	26,7	0,56	0,14
Morera	37,0	29,6	33,7	2,50	0,20
Leucaena	33,3	28,0	26,1	2,30	0,25
Hollejo de cítrico	16,5	7,7	12,0	18,10	1,30
Northgold	90,6	29,3	7,21	0,04	0,82

La calidad del hollejo fue menor en PB, pero elevó el contenido de energía de la ración; mientras que el *northgold* presentó contenidos de proteína de 29,3%. A su vez los valores de PB de este último son similares a los informados para este tipo de alimento (30%) por Martínez *et al.* (2008).

Los mayores resultados en producción de leche se encontraron en el período lluvioso, con diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), en particular en el bimestre julio-agosto, y los menores en enero-febrero y marzo-abril (fig. 2).



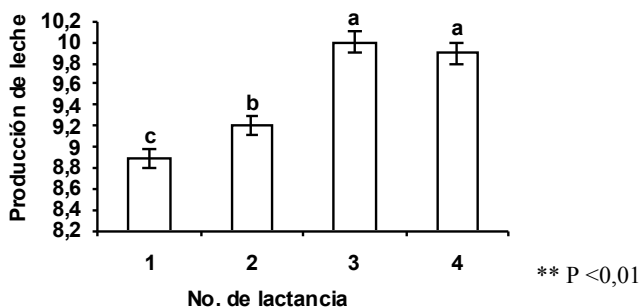
a,b,c,d Valores con diferentes superíndices difieren a  $P < 0,01$ , (Duncan 1955, modificado por Kramer, 1956)

Fig. 2. Efecto del bimestre de producción en la asociación.

Fig. 2. Effect of the production two-month period on the association.

Valores similares se reportaron en los sistemas de pedestales de glycine con *P. purpureum* CT-115 (Pacheco, 2007) y en los silvopastoriles a base de leucaena asociada con pasto estrella o guinea likoni en secano, con cargas que no sobrepasaron los siete animales por hectárea (Sánchez, 2007). Similares resultados informaron en Venezuela Urbano *et al.* (2006). En la literatura se plantea que existen diferencias en la producción de leche entre las épocas del año (Pacheco, 2007) debido a la disminución de la disponibilidad de alimentos para el ganado en el período poco lluvioso; sin embargo, cuando se emplean sistemas silvopastoriles con cargas bajas (1-2 vacas/ha), se puede garantizar la disponibilidad de pastos durante todo el año y no suceden estas diferencias; sin embargo, en el presente trabajo la carga fue de 10 vacas/ha.

Al analizar la influencia del número de lactancia en la producción de leche (fig. 3) se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ); los mayores valores se hallaron en la tercera y la cuarta lactancia (10,0 y 9,9 kg/vaca/día). Similares resultados encontraron Ribas *et al.* (1999) al evaluar los factores que afectan dicha producción en vacas del cruce Holstein x Cebú; estos autores observaron un incremento en la producción desde la primera hasta la quinta lactancia, después de lo cual comenzó a declinar este indicador.



a,b,c Valores con diferentes superíndices difieren significativamente (Duncan (1955), modificado por Kramer (1956)

Fig. 3. Efecto del número de lactancia en la producción de leche en la asociación.

Fig. 3. Effect of lactation number on milk production in the association.

Sakaguchi *et al.* (2005), al estudiar el efecto del número de lactancia en rebaños de la raza Holstein, encontraron que la producción de leche, hasta el pico, dependió de este indicador. A medida que las vacas incrementaron la lactancia hasta la cuarta, tenían las producciones totales de leche más altas, al ser comparadas con los animales de primera lactancia.

Al evaluar el efecto de la suplementación con *northgold* se encontraron diferencias significativas a favor de ese alimento, de alta concentración de nutrientes.

El suministro de concentrados favorece la producción de leche y el manejo de las vacas durante el ordeño, y permite cubrir el déficit de nutrientes de las dietas (González *et al.*, 2005; Simón *et al.*, 2010).

Los resultados sugieren una respuesta positiva con la utilización del *northgold*, lo cual se puede deber a que contiene proteína no degradable en el rumen; de ahí que pueda ser considerado como un alimento para complementar la ración de las vacas lecheras.

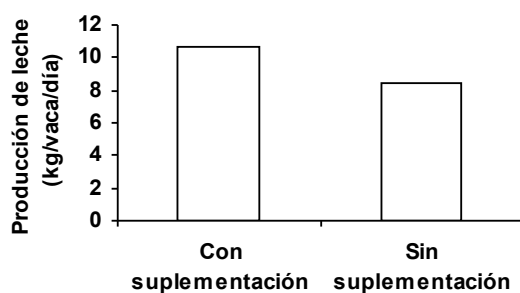


Fig.4. Efecto de la suplementación con *northgold* en la producción de leche

Fig. 4. Effect of the supplementation with *northgold* on milk production.

Los indicadores económicos del año 2007 (tabla 3), cuando se inició la evaluación con las vacas, muestran el incremento de los ingresos por concepto del aumento en la producción de leche, muy superior al 2005 y 2006. Es de destacar que en el 2007 se incrementó el salario de los trabajadores de la unidad, al estar vinculados a la producción, y el pago por ese concepto fue de \$36 708,00; \$41 302,00 y \$58 973,00 para 2005, 2006 y 2007, respectivamente.

Tabla 3. Indicadores económicos en el período experimental.

Table 3. Economic indicators in the experimental period.

Indicador	pesos
Ingresos totales	312 668,81
Gastos fijos	10 707,70
Ingresos brutos	301 961,11
Gastos fijos	10 707,70
Gastos variables	73 272,82
Gastos totales	83 980,52
Flujo de caja	228 688,29
Gastos por hectárea	1 292,01
Gastos por vaca	1 049,76
Ganancia por hectárea	3,518,28
Ganancia por vaca	2 858,60
Costo/peso	0,64
Relación beneficio-coste	3,60
Precio litro de leche	1,90

El precio del litro de leche estuvo influido por el aumento del valor de la leche que estableció el Ministerio de la Agricultura en junio del 2007, de acuerdo con la calidad de ese alimento.

La relación beneficio-costo fue superior en el 2007, debido al incremento de la producción de leche y el nuevo precio establecido por el Ministerio de la Agricultura.

Los resultados económicos coinciden con los informados por Sánchez (2007), quien señaló ventajas productivas, reproductivas y económicas cuando se emplean especies leñosas de elevado contenido de proteína en sistemas de producción. Este autor empleó una suplementación con concentrados y alimento voluminoso mayor que en la presente investigación; sin embargo, el costo por peso se encuentra dentro de los valores hallados por el mismo (\$3,6 vs \$1,96-4,51).

El estudio de los indicadores económicos en los sistemas productivos es de vital importancia para lograr, por parte del productor, la aceptación de una tecnología y su introducción a escala comercial (Cino y Hernández, 2006).

Los resultados mostraron que el sistema de asociación con plantas leñosas en condiciones de fincas ganaderas, permite a las vacas de mediano potencial niveles aceptables de producción de leche, además de mantener una buena disponibilidad de materia seca del pastizal, así como indicadores económicos favorables.

### Referencias bibliográficas

- Alonso, J. *et al.* 2006. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. *Rev. cubana Cienc. agric.* 40:503
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. s/p.
- Cino, Delia M. *et al.* 2006. Alternativa de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. Indicadores económicos y financieros. *Rev. cubana Cienc. agric.* 40:25
- Corbea, L.A. & Blanco, F. 2005. Métodos de propagación, siembra y establecimiento de plantas arbóreas con fines silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Universidad de San Carlos, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 75
- González, A. *et al.* 2005. Suplementación con dietas basadas en recursos locales en vacas post-parto de doble propósito en el paisaje colinoso del estado Guárico Venezuela. I. Efecto sobre la producción de leche. <http://www.alpa.org.ve>. [Consultado: 20-12-2008]
- Guevara, R. 1999. Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez". La Habana, Cuba.
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. p. 26
- Martín, G.J. *et al.* 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30:3
- Martínez, J. *et al.* 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 14:101
- Martínez, Mayuly *et al.* 2008. Evaluación de los granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) en el comportamiento productivo e indicadores de salud en cerdos en crecimiento. *Rev. cubana Cienc. agric.* 42:389
- Menchaca, M.A. 1978. Modelo multiplicativo. Efecto de curva de lactancia controlado para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba. 112 p.



- Muñoz, D. *et al.* 2009. Evaluación de una asociación de *Panicum maximum* cv. Común y *Leucaena leucocephala* cv. Perú en una lechería comercial. Memorias VIII Taller Internacional Silvopastoril. Centro de Convenciones “Plaza América”. Varadero, Cuba. p. 212
- Pacheco, J. 2007. Evaluación de la producción de leche de un sistema de pedestales en la empresa pecuaria “La Vitrina”. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 75 p. <http://library.eepfih.cu/document/pd/tesism/jorgepacheco.pdf>. [Consultado: 25-03-2010]
- Padilla, C. 2006. Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas. Curso “Agrotecnia de los pastos”. Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. p. 5
- Ribas, Miriam *et al.* 1999. Factores ambientales y parámetros genéticos que afectan la producción de leche en el Siboney de Cuba. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:245
- Sakaguchi, Minoru *et al.* 2005. Effects of first breeding age on the production and reproduction of Holstein heifers up to the third lactation. *Animal Science Journal.* 76:419
- Sánchez, Tania. 2007. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey-Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Cuba. 105 p. <http://library.eepfih.cu/document/pd/tesisd/taniasanchez.pdf>. [Consultado: 25-03-2010]
- Sierra, J. & Nygren, P. 2006. Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. *Soil Biology and Biochemistry.* <http://www.elsevier.com/locate/soilbio>
- Simón, L. *et al.* 2010. Evaluación de vacas de doble propósito de genotipos Holstein x Cebú en sistemas de pastoreo arborizado. II. Búparas. *Pastos y Forrajes.* 33: 197
- Urbano, Diannelis *et al.* 2006. Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. *Zootecnia Tropical.* 24: 69
- Wood, P.D.P. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Animal Production.* 11:307

Recibido el 20 de abril del 2010

Aceptado el 14 de junio del 2010

# Milk production from an association of *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Pennisetum purpureum* CT-115 with irrigation

## Abstract

In the dairy unit “El Rancho” of the Citrus Fruit Firm “Victoria de Girón” of the Jagüey Grande municipality, in Matanzas province, Cuba, a study was conducted in order to determine milk production in an association of the grass *Pennisetum purpureum* CT-115 with the forage trees *Leucaena leucocephala* and *Morus alba*, with irrigation. Moderate-potential cows (Holstein x Zebu) from the high-production group, which had access to the system until 150 days of lactation, were used. A multiplicative model was used to analyze the milk production with lactation curve effect; the following variables were analyzed: production two-month period, season and number of lactations; and dry matter availability was measured. The dry matter offer in the area of association was higher than 30 kg DM/animal/rotation as average during the evaluation period, and there were differences between the seasons. The highest results were obtained in July-August and the lowest in January-February and March-April, with significant differences ( $P < 0,01$ ); while the milk production was 10,0 and 9,9 kg/cow/day for the third and fourth lactation, respectively. Total incomes of 312 668,81 pesos and a cost/benefit ratio of 3,60 pesos produced for each peso spent were achieved. The results suggest that the association system with ligneous plants under livestock production farm conditions, allows moderate-potential cows having acceptable milk production levels, in addition to maintaining good dry matter availability of the pastureland, as well as favorable economic indicators.

*Key words:* *Leucaena leucocephala*, milk production, *Morus alba*, *Pennisetum purpureum*

## Introduction

Agroforestry systems have the potential to preserve natural resources through the reduction of the damage caused by climatic variability, the control of soil erosion, the increase of forage quality and the decrease in the seasonality of their production, besides enhancing plant and animal biodiversity.

At present, the association of tree species with improved pastures throughout the grazing area is an agroforestry practice which has had high acceptance by farmers and researchers. Among the most used species is *Leucaena leucocephala* (Alonso *et al.*, 2006), as well as *Morus alba*, which is a ligneous species of high nutritional value and acceptable animal production (Martín *et al.*, 2007).

When thought is given to a sustainable system for producing milk, in which pasture is used as the main feed, the presence of tree species is necessary, because they improve the nutritional value of the diet and legumes play an important role in symbiotic atmospheric nitrogen fixation, which is used by grasses in the association (Sierra and Nygren, 2006).

These systems have been worked under research conditions and there is little information on their performance and management when used under commercial conditions. For such reason, the objective of this work was to determine the milk production of an association of the grass *Pennisetum purpureum* CT-115 with the forage trees *L. leucocephala* and *M. alba*, with irrigation.

## Materials and Methods

*Location.* The study was conducted at the dairy unit “El Rancho” of the Citrus Fruit Enterprise “Victoria de Girón”, located in the Agramonte town, Jagüey Grande municipality, Matanzas province, Cuba (81°, 6’ latitude north and 22°, 40’ longitude west).

The soil is classified as lixiviated Ferralitic Red (Hernández *et al.*, 1999), with plain relief. The agricultural surface of the unit was 65 ha, from which 2 ha were planted with an association of *P. purpureum* CT-115 and the trees *M. alba* and *L. leucocephala*; irrigation was applied every 15 days in the dry season. The remainder area was kept with natural pastures without irrigation (63 ha).

*Soil preparation.* The preparation of the 2 ha of the association was done with five labors (plowing up, harrowing, crossing, harrowing and furrow opening) and began in April, 2006.

*Planting.* It began in June, 2006. Mulberry was planted by cuttings which had five buds at a depth of 8-10 cm and a distance of 30 cm between plants. The distance between the double rows of leucaena and mulberry was 1m and of leucaena within the row was 1,2 m (5 rows per furrow) and at a depth of 15 cm.

Weeding labors were performed with hoe, since 30 days after planting and every time it was required afterwards to achieve high population of the planted species. In addition, irrigation took place in June and July; that service was later retired, until the beginning of the dry season.

*System management.* The exploitation stage with animals began in January, 2007. The area was divided into 60 paddocks 5 m wide and 50 m long, to guarantee resting time for the pasture. The rotation plans were elaborated through visual estimation of the mean height of *P. purpureum* CT-115 in the paddock, where 1 meant very low (8-20 cm), 2 low (21-50 cm), 3 regular (51-100 cm), 4 good (100-150 cm), 5 very good (151-170 cm) and 6 exceeding pasture (more than 171 cm).

*Animals and management.* The unit had a total of 80 crossbred cows of the Holstein x Zebu crossing, which were between three and eight years old (from them, 38-42 were milking) and a global stocking rate in the dairy unit of 1,25 cows/ha; while in the 2 ha of the association it was 10 cows/ha. The animals after parturition were incorporated to the system of the grass/tree species association, until the 150 days of lactation time were over or when the milk production decreased below 8 kg/cow/day. Afterwards, they were incorporated to the low-production group and the dry group which were managed in the grass paddocks of the unit. The cows were housed in the sheds since 10:30 a.m. until the afternoon milking concluded (approximately at 4:00 p.m.).

At 4:00 a.m. they were gathered and returned to graze at 6:00 a.m. They were milked twice a day (4:30 a.m. and 2:00 p.m.).

*Feeding.* The animals were supplemented in the dry season with fresh or preserved citrus pulp, at a rate of 5 kg/animal/day. They all received supplementation with 400 g of *northgold* per kilogram, from the sixth kilogram of milk produced in the dry and rainy season, respectively. Throughout the year they were supplied mineral salts and water *ad libitum*.

### **Measurements**

*Pasture availability and quality.* It was estimated through the alternative method proposed by Martínez *et al.* (1990). The samplings were conducted every month, at the entrance and exit of the animals. At the same time as the available samplings, but every two months, samples were taken from the pastures (300 g) to estimate their quality, simulating with the hand the selection made by the animal when grazing.

*L. leucocephala availability.* It was estimated in 12 of the trees in the paddock, simulating the browsing made by the animals at a height of 1,70 m.

*Floristic composition of the pastureland.* It was determined through the step method, described by Anon (1980).

*Milk production.* The monthly milk weighing was done in 100% of the animals which grazed in the association, to determine the production per milking cow.

*Result processing.* The milk production of the cows was processed through a multiplicative model with lactation curve effect (Menchaca, 1978), which is based on its algebraic representation ( $Y_n = a n^b e^{-cn}$ ), according to Wood (1969), and for the analysis of the observations the statistical pack elaborated by the Institute of Animal Science was used.

For the analysis of milk production the following model was used:

$$Y_{ijklmno} = a + b \log_n + c + p_j + d_k + g_l + h_m + q_n + r_o + e_{ijklmno}$$

where:

$$Y_{ijklmno} = \log Y_{ijklmno}$$

a = log A, constant common to all observations

bc = parameters of the lactation curve according to the algebraic representation proposed by Wood (1967)

n = n –eth day of lactation corresponding to the observation  $Y_{ijklmno}$

p = log  $p_j$ , effect of the j –eth two-month period of parturition

d = log  $d_k$ , effect of the k –eth two-month period of production

g = log  $g_l$ , effect of l –eth year

h = log  $h_m$ , effect of the m –eth season

q = log  $q_n$ , effect of the n –eth number of lactation

r = log  $r_o$ , effect of the o –eth supplementation

$e_{ijklmno}$  = experimental error

The indicators of the pastureland (DM offer and quality) were processed through the arithmetic mean.

*Economic indicators.* They were determined through the economic controls of the incomes and expenditures available in the farm, according to the indicators recommended by Guevara (1999), and they were grouped as follows:

- Gross incomes = Total incomes – fixed expenditures
- Total expenditures = Fixed expenditures + total variable expenditures
- Cash flow = Total incomes – total expenditures
- Expenditures/ha = Total expenditures/No. ha
- Expenditures/cow = Total expenditures/No. cows
- Gain/ha = Cash flow/No. ha
- Gain/cows = Cash flow/No. cows
- Cost kg of milk = Total expenditures/production volume
- Cost/benefit ratio = Gross incomes/total expenditures
- The price of the kg of milk according to the quality determined in the laboratory.

The economic indicators were calculated using the program Microsoft Office Excel 2003.

### Results and Discussion

*P. purpureum* CT-115 was established after four months (table 1); however, leucaena and mulberry took longer for establishment and all the species achieved it in the time recommended by

Padilla (2006); while in the case of leucaena the establishment time was lower than the one reported by Corbea and Blanco (2005), which was one year (2 m of height).

On the other hand, the floristic composition showed an acceptable population of improved species, of grasses as well as trees.

DM availability, which was higher than 30 kg DM/cow/day (fig. 1), allowed a better selection of the diet by the cows; this value coincides with the one recommended for cows under grazing conditions fed tropical pastures (Muñoz *et al.*, 2009).

On the other hand, the feedstuffs supplied (table 2) had good quality, because of their high CP content; CT-115 reached 10% of that nutrient and the tree species showed contents higher than 25%, which guaranteed a diet of acceptable nutritional value for the moderate milk potential cows.

The citrus pulp quality was lower in CP, but it increased the energy content of the ration; while *northgold* showed protein contents of 29,3%. In turn, the CP values of the latter are similar as the ones reported for this type of feedstuffs (30%) by Martínez *et al.* (2008).

The highest results in milk production were found in the rainy season, with significant differences ( $P<0,01$ ), particularly in July-August, and the lowest ones in January-February and March-April (fig. 2).

Similar values were reported in pedestal systems of *Neonotonia wightii* with *P. purpureum* CT-115 (Pacheco, 2007) and in silvopastoral systems based on leucaena associated to star grass or Guinea grass likoni without irrigation, with stocking rates that did not exceed seven animals per hectare (Sánchez, 2007). Similar results were reported in Venezuela by Urbano *et al.* (2006). In literature it is said that there are differences in milk production between seasons (Pacheco, 2007) due to the decrease of feed availability for cattle in the dry season; however, when silvopastoral systems are used with low stocking rates (1-2 cows/ha), pasture availability can be guaranteed throughout the year and these differences do not occur; yet, in this work the stocking rate was 10 cows/ha.

When analyzing the influence of lactation number on milk production (fig. 3) significant differences were observed ( $P<0,01$ ); the highest values were found in the third and fourth lactation (10,0 and 9,9 kg/cow/day). Similar results were found by Ribas *et al.* (1999) when evaluating the factors that affect such production in Holstein x Zebu cows; these authors observed an increase in production from the first to the fifth lactation, after which this indicator began to decline.

Sakaguchi *et al.* (2005), when studying the effect of the lactation number in Holstein herds, found that milk production, until the peak, depended on this indicator. As the cows increased lactation until the fourth, they had the highest total productions, as compared to first-lactation animals.

When evaluating the effect of supplementation with *northgold* significant differences were found in favor of that feedstuff, of high nutrient concentration.

Concentrate supply favors milk production and cow management during milking, and it allows to cover the nutrient deficit of diets (González *et al.*, 2005; Simón *et al.*, 2010).

The results suggest a positive response with the utilization of *northgold*, which can be due to the fact that it contains rumen non-degradable protein; hence it can be considered a feedstuff to complement the ration of dairy cows.

The economic indicators of 2007 (table 3), when the evaluation with the cows began, show the increase of incomes for the increase of milk production, much higher than 2005 and 2006. It must be emphasized that in 2007 the salary of the unit's workers increased, as they were linked to

production, and the payment for that was \$36 708,00; \$41 302,00 and \$58 973,00 for 2005, 2006 and 2007, respectively.

The price of the milk liter was influenced by the milk value increase established by the Ministry of Agriculture in June, 2007, according to the quality of the product.

The cost-benefit ratio was higher in 2007, due to the increase of milk production and the new price established by the Ministry of Agriculture.

The economic results coincide with the ones reported by Sánchez (2007), who indicated productive, reproductive and economic advantages when ligneous species of high protein content are used in production systems. This author used a supplementation with concentrates and roughage higher than this study; however, the cost per peso is within the values found by her (\$3,6 vs \$1,96-4,51).

The study of economic indicators in productive systems is extremely important to achieve the farmer's acceptance of a technology and its introduction at commercial scale (Cino and Hernández, 2006).

The results showed that the association system of ligneous plants under livestock production farm conditions, allows moderate-potential cows having acceptable milk production levels, besides maintaining a good dry matter availability of the pastureland, as well as favorable economic indicators.