

IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE CON USO DE *LEUCAENA L.* Y *TITHONIA D.* EN LA CCS CLOROBERTO ECHEMENDÍA

*IMPACT ON MILK PRODUCTION USING LEUCAENA L. AND
TITHONIA D. IN THE CLOROBERTO ECHEMENDÍA COOPERATIVE
FARM*

Agustín Jesús Miranda León; agustinjm@unica.cu

Sonia Noa Delgado; zonitand@gmail.com

Carmen Edelia Soto Pérez; carmensotoperez2022@gmail.com

Centro Universitario Municipal Ciro Redondo García, Cuba.

Resumen

En los países tropicales, la ganadería bovina es la actividad más diseminada en el medio rural, principalmente por su contribución a la oferta de productos cárnicos y lácteos para la sustentación humana. Sin embargo, las zonas tropicales presentan fuertes limitantes que frenan la productividad de los sistemas pecuarios, entre ellos los problemas de alimentación animal (disponibilidad y calidad del forraje), aunado a la presencia de pasturas degradadas o en proceso de degradación.

Con el propósito de lograr una práctica exitosa y un perfeccionamiento de la rentabilidad, como sustento de los sistemas ganaderos en el país, se llevó a cabo la presente investigación en la CCS Cloroberto Echemendía, del municipio Ciego de Ávila; con el objetivo de determinar el efecto de las especies de plantas *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas (Holstein x Cebú) y (Holstein x Siboney), utilizando una metodología de tipo experimental. Estas especies de plantas, desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico, presentan valores significativos de proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) en la fracción comestible (hoja más tallo tierno). La suplementación con *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* incrementó la producción de leche en vacas (Holstein x Cebú) y (Holstein x Siboney) en 6 298.0 litros, para un sobrecumplimiento del 127 % en condiciones de pastoreo, comparado con el año anterior, en el que se obtuvieron 5 483.0 litros de leche (76.6 %).

Palabras clave: sistemas ganaderos, producción de leche, alimento animal, *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*.

Abstract

In tropical countries, cattle farming is the most widespread activity in rural areas, mainly due to its contribution to the supply of meat and dairy products for human sustenance. However, tropical regions present serious limitations that hinder the productivity of livestock systems, among which are the problems of animal feeding (forage availability and quality), together with the presence of degraded or degrading pastures.

In order to achieve a successful practice and an improvement in profitability that supports livestock systems in the country, the present investigation was carried out at the Cloroberto Echemendía CCS in the municipality of Ciego de Ávila, with the objective of determining the effect of the plant species *Leucaena leucocephala* and *Tithonia diversifolia* on the increase in milk production in (Holstein x Zebu) and (Holstein x Siboney) cows, using an experimental methodology. From a bromatological and phytochemical perspective, these plant species present significant crude protein (CP) and crude fiber (CF) values in the edible fraction (leaves and tender stems). Supplementation with *Leucaena leucocephala* and *Tithonia diversifolia* increased milk production in (Holstein x Cebú) and (Holstein x Siboney) cows by 6,298.0 liters, representing 127% compliance under grazing conditions, compared to 5,483.0 liters of milk (76.6%) in the previous year.

Keywords: livestock systems, milk production, animal feed, *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*.

Introducción

En las regiones tropicales predominan los sistemas tradicionales de producción animal; éstos se caracterizan por ser principalmente de pastoreo extensivo con monocultivo de gramíneas, que producen bajos rendimientos de forraje y presentan deficiente calidad en la época seca. Además, dichos sistemas están asociados con problemas de deforestación, degradación del suelo, escasez de agua, alteraciones en el clima y baja productividad.

La mayor limitante para este tipo de sistemas está marcada por la producción y disponibilidad de las pasturas, además de una deficiente calidad nutricional en la época seca, lo que no permite obtener niveles aceptables de producción de leche, afectando de igual manera los parámetros reproductivos (Steinfeld et al., 2006). Para mitigar esta deficiencia, con frecuencia se recurre a la compra de grandes cantidades de granos y cereales para la elaboración de raciones; por ello, la actividad ganadera resulta altamente dependiente de insumos externos y poco rentable.

Esta situación se agrava ante la evidencia, cada vez más sólida, del agotamiento del petróleo en los próximos años. Este recurso es uno de los principales elementos empleados en la

producción de granos y cereales utilizados en la alimentación animal (Chacón-Villalobos, 2008). Sin embargo, a pesar de los señalamientos sobre la baja productividad de la ganadería tropical y su impacto negativo sobre los recursos naturales, es posible mejorar su productividad y competitividad mediante el uso de tecnologías adecuadas. En este contexto, los sistemas silvopastoriles se consideran una opción importante, ya que permiten optimizar la producción animal.

La investigación en sistemas silvopastoriles ha asumido un papel relevante debido a la necesidad de diseñar sistemas altamente productivos y armónicos con el ambiente. A partir de esta necesidad se desarrollaron los sistemas silvopastoriles intensivos, caracterizados por la presencia de arbustos forrajeros, como *Leucaena leucocephala*, asociados a pastos mejorados, en un sistema de pastoreo rotacional intensivo con oferta de agua de abrevadero (Calle et al., 2011).

Las especies *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* mejoran el reciclaje de nutrientes, previenen la erosión, reducen los efectos del maltrato animal sobre el suelo, ofrecen alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos y son ideales para su utilización en sistemas de corte y acarreo, así como para la conservación de suelos frágiles. Además, se emplean en producciones campesinas y en lechería; de ahí la importancia de evaluar sus potencialidades agroproductivas y de aceptabilidad, para determinar la contribución que estas forrajeras pueden tener como suplemento dietético en los animales (Mahecha et al., 2007).

La *Leucaena leucocephala* se ha consolidado en la ganadería cubana por su alto valor estratégico en sistemas de producción animal, como aliada de la soberanía alimentaria y de la resiliencia climática. Se emplea estratégicamente como forraje proteico en sistemas ganaderos sostenibles, ya que eleva la calidad nutricional de la proteína cruda y compensa la baja calidad de los pastos tropicales (Funes Monzote et al., 2009; Dago Dueñas et al., 2020; Ruiz Vázquez, 2023).

Aunque los sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* han demostrado eficacia global para mitigar la estacionalidad forrajera (Murgueitio et al., 2015), su aplicación en el contexto específico de la CCS Cloroberto Echemendía, en el municipio Ciego de Ávila, presenta limitantes tecnológicas y climáticas y se encuentra insuficientemente estudiada. Investigaciones previas confirman su impacto positivo en parámetros lecheros, pero se desconoce su viabilidad técnica y económica en escenarios con restricciones de insumos veterinarios y genética deficiente; también se carece de protocolos óptimos de inclusión dietética para cruces Holstein x Siboney bajo estrés térmico y de estimaciones concretas sobre su potencial para sustituir importaciones de concentrados.

Esta investigación busca contribuir al cierre de estas brechas, proponiendo un modelo de suplementación con bancos forrajeros de *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia*

que, sustentado en evidencia local, incremente la soberanía alimentaria y la resiliencia productiva de la CCS Cloroberto Echemendía.

Materiales y métodos

Área de estudio y diseño experimental

La investigación es de tipo experimental y se desarrolló en las fincas de los asociados de la CCS Cloroberto Echemendía, municipio Ciego de Ávila, Cuba, con y sin el uso de *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* como forraje para la alimentación de vacas durante el período de lactancia (200 y 240 días). Las fincas presentan características similares de suelo y pasto, así como genotipos (Holstein x Cebú) y (Holstein x Siboney).

Se seleccionaron 30 bovinos de la categoría vaca del genotipo (Holstein x Cebú) y 30 del genotipo (Holstein x Siboney) con suplementación de plantas proteicas (*Leucaena* y *Tithonia*) añadidas al pasto común, y 29 vacas (Holstein x Cebú) más 30 (Holstein x Siboney) sin suplemento, alimentadas sólo con pasto común. Todas presentaron un peso medio de 335 kg, correspondiente al promedio para la categoría vaca. Los tratamientos se manejaron en áreas de pastizal con características similares y se realizaron balances alimentarios periódicos para corregir posibles déficits nutricionales.

Marco normativo para la contratación de leche

Se tomó como referencia la Resolución No. 275 de 2024 del Ministerio de la Agricultura (Gaceta Oficial de Cuba, Sesión Ordinaria No. 84, “Indicaciones y procedimientos a seguir para la contratación y comercialización de la producción agropecuaria, forestal y tabacalera para el año 2025”). En su Anexo 1, “Indicaciones específicas para la contratación de productos seleccionados”, el inciso c) *Leche vacuna* establece el potencial anual para determinar la leche de vaca por base productiva, considerando:

- Natalidad del 55 % de las vacas al cierre del mes anterior al inicio de la contratación.
- Lactancia de 240 días.
- Rendimiento de 3.5 litros/vaca/día.

Para la categoría novilla, se aplica un 10 % de natalidad, 200 días de lactancia y 2.5 litros de rendimiento.

Con base en este marco normativo, se calcularon los litros de leche contratados para los productores asociados de la CCS Cloroberto Echemendía.

Table 1: Ejemplo de cálculo de litros de leche contratados para la categoría vaca (Resolución 275/2024).

Categoría	Animales	% extracción	L/vaca/día	Días lactancia	L a entregar
Vaca	10	55	5.5	240	1 320

Table 2: Ejemplo de cálculo para la categoría novilla.

Categoría	Animales	% natalidad	L/vaca/día	Días lactancia	L a entregar
Novilla	10	10	1.0	200	200

El plan de leche contratado para la CCS se resume en la tabla 3.

Table 3: Cantidad de litros de leche contratada en la CCS Cloroberto Echemendía.

Año	Plan anual (L)
2024	124 454
2025	126 969

La Resolución No. 275 regula la contratación de leche de forma lineal y centralizada, sin considerar el tipo de especie forrajera de cada base productiva, el tipo de suelo por provincia, las características propias de cada explotación, ni la natalidad real o el tipo de pasto empleado, entre otros factores.:contentReference[oaicite:4]index=4

Cálculo del consumo de materia seca y densidad de siembra

El consumo diario de materia seca (MS) se estimó a partir de metodologías estándar. Para vacas de 335 kg de peso vivo (PV) se utilizaron dos bases de cálculo:

- Base 1: consumo diario aproximado del 3 % del PV en MS:
 $\text{Consumo} \approx 0.03 \times 335 = 10.05 \text{ kg MS/vaca/día.}$
- Base 2: fórmula para vacas lecheras:
 $\text{Consumo (kg MS/día)} = 0.025 \times PV = 0.025 \times 335 = 8.4 \text{ kg MS/vaca/día.}$

Para este estudio se recomendó utilizar un rango de 8.4–10.0 kg MS/vaca/día. Para 30 vacas, el consumo total diario estimado se ubicó entre 252.0 y 300.0 kg MS/día.:contentReference[oaicite:5]index=

Se empleó además la unidad local “cordel cuadrado cubano”, equivalente a 414 m² (24 varas x 24 varas, donde 1 vara cubana $\approx$ 0.848 m). Tres cordeles cuadrados corresponden a 1 242 m², es decir, 0.1242 ha. Esta conversión permitió estimar la densidad de siembra de plantas proteicas por hectárea. :contentReference[oaicite:6]index=6

Para una densidad objetivo de 5 000 plantas/ha de *Leucaena leucocephala*, se estimó una población de 1 656 plantas en 0.331 ha, con un rendimiento aproximado de 3.312 t de MS. En el caso de *Tithonia diversifolia*, se consideró una densidad de 1.33 plantas/m², equivalente a 828 plantas por área experimental y un rendimiento de 622.56 kg de MS (0.0623 t).:contentReference[oaicite:7]index=7

Análisis estadístico

El análisis estadístico para la comparación de los indicadores se efectuó mediante un Modelo Lineal General (GLM) multivariante y pruebas *post hoc*, específicamente un análisis de varianza multivariante (MANOVA), utilizando el software IBM SPSS. Este enfoque permitió analizar el efecto de dos factores independientes (genotipo y tratamiento) y su interacción sobre varias variables dependientes de forma simultánea: producción de leche por vaca semanal (LPV semanal), diaria (LPV diaria) y mensual (LPV mensual).:contentReference[oaicite:8]index=8

Resultados y discusión

Los resultados demostraron que es posible realizar la suplementación de la alimentación animal en vacas (Holstein x Cebú) y (Holstein x Siboney) con el manejo y la alimentación aplicados en un pastoreo asociado de gramíneas y leguminosas herbáceas tropicales, obteniéndose resultados productivos favorables. En la CCS Cloroberto Echemendía se evidenció que, utilizando plantas proteicas como suplemento, es posible lograr rendimientos superiores de leche en la masa ganadera.:contentReference[oaicite:9]index=9

En el caso de los productores que emplean *Tithonia diversifolia* como suplemento, la planta se suministra triturada mediante una máquina criolla (“Saccharina”), lo cual mejora la digestibilidad al aumentar la superficie de ataque para los microorganismos del rumen, dado que los bovinos son animales poligástricos o rumiantes. Este método favorece la adaptabilidad y el aprovechamiento del forraje.:contentReference[oaicite:10]index=10

Rendimiento productivo por genotipo y tratamiento

En los productores que manejan el genotipo (Holstein x Cebú) sobre suelos ferralíticos con suplementación de *Leucaena*, *Tithonia* y pasto común, se observaron incrementos relevantes en los litros de leche entregados por animal al año (Tabla 4). Resultados similares se obtuvieron para el genotipo (Holstein x Siboney), lo que confirma el efecto positivo de la suplementación proteica en ambos cruzamientos.:contentReference[oaicite:11]index=11

Table 4: Producción anual de leche por genotipo y tratamiento.

Genotipo	Tratamiento	Leucaena (kg/día)	Tithonia (kg/día)	Leche total (L)
Holstein x Cebú	Suplementado	13.5	13.5	11 503.0
Holstein x Cebú	Pasto común	0	0	5 857.0
Holstein x Siboney	Suplementado	13.5	13.5	16 705.0
Holstein x Siboney	Pasto común	0	0	7 522.0

Los promedios de LPV semanal, diaria y mensual fueron consistentemente mayores para el genotipo 1 (Holstein x Cebú) frente al genotipo 2 (Holstein x Siboney) cuando se aplicó el tratamiento con suplemento, y para el tratamiento 1 (Leucaena + Tithonia + pasto común) respecto al tratamiento 2 (pasto común), en todas las variables de producción evaluadas.:contentReference[oaicite:12]index=12

Consumo de materia seca y presión de pastoreo

La disponibilidad de forraje en función de la presión de pastoreo fue de 8.40 kg por cada 100 kg de PV, lo que permitió satisfacer la capacidad de ingestión de los animales. Sin embargo, la carga animal por hectárea pudo conducir al consumo de los estratos inferiores de la planta, con menor calidad nutritiva. Estos resultados coinciden con otros trabajos que indican que el aumento de la carga animal reduce la capacidad de selección del pasto, afectando los resultados productivos. La composición energéticoproteica del pastizal y la suplementación permitieron cubrir los requerimientos de proteína, aunque la energía se mantuvo ligeramente por debajo de lo recomendado.:contentReference[oaicite:13]index=13

Impacto de la molienda vs. suministro natural del forraje

La tabla 5 resume los principales efectos esperados de la molienda mecánica de las plantas proteicas en comparación con el suministro de forraje fresco sin procesar.

Table 5: Impacto de la molienda de plantas proteicas vs. método natural en bovinos.

Parámetro	Molienda mecánica	Método natural (forraje fresco)
Digestibilidad	Aumenta la superficie de ataque microbiano.	Depende del tamaño de partícula y del patrón de pastoreo.
Consumo voluntario	Mejora por mayor palatabilidad y homogeneidad de la ración.	Limitado por la fibra estructural y la selectividad del animal.
Fermentación ruminal	Mayor velocidad de producción de gas (por ejemplo, <i>Tithonia</i> 0.06 % h ⁻¹).	Menor eficiencia energética y velocidad de fermentación.
Manejo de antinutrientes	Reduce físicamente factores como lignina y compuestos estructurales.	No modifica la composición de la planta.

Estudios con *Tithonia diversifolia* indican que la inclusión del 15 % de *Tithonia* molida puede incrementar la velocidad de producción de gas ruminal hasta en un 71 % (0.035 % vs. 0.06 % h⁻¹), con mejoras asociadas en digestibilidad de fibra detergente ácida (FDA) y consumo voluntario. Se recomienda incluir *Leucaena leucocephala* hasta un 30 % de la ración (con monitoreo de mimosina) y *Tithonia diversifolia* entre 15–30 %, según la edad de cosecha (óptimo alrededor de 60 días, con digestibilidad de MS cercana al 79.3 %).

Resultados del análisis estadístico

El análisis multivariado (GLM/MANOVA) mostró que tanto el genotipo (*Geno*) como el tratamiento (*Trat*) tuvieron un efecto altamente significativo sobre la producción de leche semanal, diaria y mensual, mientras que la interacción genotipo x tratamiento no fue significativa. Esto indica que el efecto benéfico del tratamiento nutricional es consistente para ambos genotipos, lo que facilita la toma de decisiones productivas: no es necesario ajustar el tipo de suplemento según el cruce para obtener mejoras sustanciales en la producción.

Los resultados coinciden con estudios que destacan la importancia de la selección genética y del manejo alimentario en la eficiencia de los sistemas lecheros, reforzando la pertinencia de estrategias combinadas de mejoramiento genético y nutricional.

Conclusiones

El análisis multivariante evidenció que tanto el genotipo como el tratamiento ejercen un efecto altamente significativo sobre la producción de leche semanal, diaria y mensual, por lo que la selección genética y el manejo de la alimentación constituyen factores determinantes en la eficiencia productiva de los sistemas lecheros.

Los resultados respaldan la implementación de estrategias de mejoramiento genético y nutricional en sistemas agroindustriales de producción lechera, ya que ambos factores contribuyen de forma significativa al incremento de los rendimientos productivos.

La aplicación de tratamientos nutricionales basados en *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia*, junto con la selección de genotipos óptimos, permite maximizar la producción y la eficiencia de los sistemas agroindustriales, generando un impacto positivo en la rentabilidad y la sostenibilidad del sector. En síntesis, la integración de estrategias de mejoramiento genético y nutricional es clave para potenciar la producción lechera y fortalecer la soberanía alimentaria.:contentReference[oaicite:16]index=16

Referencias

Adrián Raymundo Quero-Carrillo. (2 de diciembre de 2014). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: bases para su utilización en la alimentación de rumiantes.

Alberto Hernández Jiménez, Juan Miguel Pérez Jiménez, Dalmacio Bosch Infante, Nelson Castro Speck. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos.

Beyra, Á., & Reyes Artilles, G. (2004). Revisión taxonómica de los géneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 61(2), 135–154. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2004.v61.i2.41>

Calle, Z., Murgueitio, E., Giraldo, C., Ospina, S. D., Zapata, A., Molina, C. H., Molina, E. J., Chará, J. D., Uribe, F., & Reyes, K. (2011). La leucaena *Leucaena leucocephala* no se comporta como planta invasora en Colombia. *Ganadería y Ambiente*, Carta Fedegán N.127, 70–80. <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes>

Chacón-Villalobos, A. (2008). Generalidades sobre la evaluación de la calidad de la leche. *Actualidad Zootécnica*, 1(3).

Dago Dueñas, Y., Milián Domínguez, J. C., Calzadilla Reyes, K., Redonet Miranda, M. de los Á., López Quintana, Y., & Hernández Guanche, L. (2020). Uso potencial de *Leucaena leucocephala* Lam. (leucaena) presente en sistemas agroforestales de Pinar del Río. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(1), 154–162. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692020000100154

Díaz, C. A. (2009). *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis doctoral, Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Cuba.

Funes Monzote, F. R., Monzote, M., Lantinga, E. A., & van Keulen, H. (2009). Conversión de sistemas de producción lechera especializada en sistemas de producción mixta sostenibles en Cuba. *Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad*, 11(4), 765–783. <https://doi.org/10.1007/s10668-008-9142-7>

Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I. L., Santana, H., Martínez, J., & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 275–282. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000300003

Mahecha, L. et al. (2007). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein x Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, 19(2). <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>

Murgueitio, E., Barahona, R., Chará, J. D., Flores, M. X., Mauricio, R. M., & Molina, J. J. (2015). Los sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina: alternativa sostenible para enfrentar el cambio climático en la ganadería. *Revista Cubana de Ciencias Agrarias*, 49(4), 541–554. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802015000400017

Ruiz Vázquez, A. (2023). [Referencia sobre *Leucaena leucocephala* en sistemas ganaderos cubanos].

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. FAO.