



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

**Tesis en opción al Título Académico de Maestro en Ciencias
en Pastos y Forrajes**

**Caracterización de la comunidad vegetal, la producción
de la leche e indicadores económicos en una lechería
en condiciones comerciales**

Autor:

Mvz Flavia García Sánchez

Tutores:

Dra. C. Tania Sánchez Santana

Dr. C. Luis Lamela López

Perico, Matanzas

2021

RESUMEN

Este trabajo se realizó en una lechería de la granja Super Vaca, perteneciente a la Empresa Genética de Matanzas, ubicada en el municipio de Limonar, de la provincia de Matanzas, con el objetivo de caracterizar el estado actual de los indicadores de la comunidad vegetal, producción y calidad de la leche, así como los económicos. La vaquería cuenta con un área total de 72,4 ha, Se obtuvo una composición florística con predominio de los pastos naturales (50 %) y las especies *Paspalum notatum* Alain ex Flüggé y *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf. Los mayores valores de disponibilidad se hallaron en el período lluvioso (2,86 t/ha) y el menor en el poco lluvioso (1,79 t/ha). Además, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre el promedio de producción de leche en el bimestre julio-agosto (8,24 kg/animal/día) con respecto noviembre-diciembre (4,80 kg/animal/día) y enero-febrero (6,03 kg/animal/día). A su vez, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los días de lactancia promedio entre los diferentes bimestres de producción. Se obtuvieron valores entre 2,55 y 2,77 en la condición corporal para el período poco lluvioso y lluvioso, respectivamente. Se concluye que la composición florística mostró un predominio de especies naturales, con baja disponibilidad de pasto durante todo el año. Las mejores respuestas productivas se alcanzaron en el período lluvioso, aunque no se cubren los requerimientos nutricionales en todo el año. De ahí que los valores de condición corporal fueron bajos en ambos períodos del año.

Palabras claves: Comunidad vegetal, producción, calidad, leche, composición florística

AGRADECIMIENTOS

Al Dr.C Luis Lamela López por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y la confianza como profesional que me permitió llegar hasta este momento.

A la Dra.C Tania Sánchez Santana por su paciencia, dedicación y ayuda incondicional.

Quiero agradecer a todos aquellos que de una forma u otra me apoyaron y dedicaron alguna parte de su tiempo, en especial al Jorge Luis Castillo (Chery), Darel Morales, Miguel A. Benítez, Fernando Ruz, Yaikel Cepero, Héctor Santana, Leyanis Fundora, Lorena Gutiérrez y Alberto Rizo.

A todos los trabajadores de UEB Super Vaca, que de una forma u otra me abrieron sus puertas para trabajar juntos y brindarme la información utilizada en este estudio, especialmente a MSc. Lucas Benítez Quintana, por su esmerada y paciente ayuda cada vez que la necesité.

A los familiares y trabajadores de la lechería por su activa participación en las largas sesiones de trabajo.

A la Drc. Marta Hernández Chávez por su contribución a la mejora de la calidad del documento de tesis.

A la MSc. Maritza Rizo Alvares por su apoyo incondicional y contribución a la mejora del documento de tesis.

Al Lic. Oniel Suarez Zamora por su apoyo incondicional y contribución en el material audiovisual.

Al comité académico de la Maestría en Pastos y Forrajes, por toda la ayuda, apoyo y sugerencias brindadas, lo que sin dudas contribuyó a un documento de tesis con mejor calidad.

A todos mis compañeros de la X Edición de la Maestría por compartir esta hermosa trayectoria de mi vida.

Muy especial a todos los que involuntariamente haya olvidado mencionar, pero que también

Dieron su más modesto esfuerzo para alcanzar este resultado.

A todos, muchas gracias

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuela Clara Santana Perdomo, quien me enseñó los principios y valores de la vida, a considero mi pilar de inspiración para lograr cada sueño anhelado y mi soporte en los días más difíciles y contrariados.

A mis queridos padres, Matilde Sánchez Santana y Amauris García Alonso y a toda mi familia por el apoyo moral que me dan siempre para hacer realidad mis sueños.

A mis hermanos, Claudia Mesa, Orelvis García, Gabriel García y Fabio García, a los cuales quiero mucho y me brindan alegría.

A mi primito Luis Daniel Castillo Santana, quien me llena de alegría cada día y con su inocencia hace que en el mundo la cosas parezcan mucho más sencillas.

A mi esposo, por su paciencia y dedicación.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA CIENTÍFICO	2
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
I.1 Panorámica de la ganadería mundial	4
I.2 Generalidades de la ganadería cubana	6
I.2.1 Caracterización de la ganadería en la Empresa Genética de Matanzas	11
I.3 Clasificación de los sistemas de producción de leche	12
I.3.1 Sistemas de producción bovina basados en los pastos y los forrajes	12
I.3.2 Sistemas que utilizan los pastos y los forrajes sin riego	15
I.3.3 Sistemas con riego y fertilización	19
I.3.4 Sistemas que utilizan los árboles-pastos	20
I.4 Factores que intervienen en la producción y calidad de la leche	26
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
II.1 Aspectos generales	33
II.1.1 Ubicación del estudio	34
II.1.2 Características de la unidad	34
II.1.3 Características edafoclimáticas	34
II.1.4 Manejo y alimentación de los animales.....	35
II.2 Composición florística del pastizal, disponibilidad y balance forrajero.....	35

II.3 Indicadores productivos, calidad de la leche y condición corporal, en función del bimestre de producción y período del año	36
II.4 Indicadores económicos	37
• Precio de venta y umbral de rentabilidad	38
II.5 Análisis estadístico	38
CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	39
III. 1 Caracterización de la comunidad vegetal.....	39
III. 2 Indicadores productivos y de calidad de la leche	47
III.3 Principales indicadores económicos durante el período experimental.....	59
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Principales países productores de leche a escala mundial.....	4
Figura I.2. Factores que afectan la producción y calidad de la leche.....	27
Figura II.1. Secuencia de trabajo para la caracterización de los indicadores de la comunidad vegetal, el comportamiento productivo y económico de la entidad.	33
Figura III.1 Composición florística del pastizal por período del año.	39
Figura III.2. Curva potencial de la producción lechera durante el estudio.....	49
Figura III.3. Eficiencia productiva del rebaño lechero	50
Figura III.4. Comportamiento de la condición corporal por época.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Tenencia del ganado por formas de propiedad.....	8
Tabla I.2. Superficie de pastos por formas de tenencia (miles de ha)	9
Tabla I.3. Producción de leche en los últimos 24 años.....	11
Tabla I.4. Producción de leche en sistemas asociados con árboles.....	23
Tabla I.5. Composición de la leche porcentaje de diferentes razas de bovinos lecheros (%)	31
Tabla II.1. Comportamiento de las variables climatológicas por época del año.....	35
Tabla III.1. Disponibilidad, oferta y altura del pastizal por época del año.	40
Tabla III.2. Comportamiento del manejo en el sistema.....	42
Tabla III 3. Necesidad de alimentos voluminosos con relación a la masa ganadera por período del año	45
Tabla III. 4. Balance forrajero de la unidad por período del año.	45
Tabla III.5. Efecto del bimestre de producción en la producción de leche por vaca por día.....	47
Tabla III.6. Efecto del bimestre de producción en la lactancia promedio por vaca por día.	49
Tabla III.7. Balance alimentario por período del año.	51
Tabla III.8. Efecto del bimestre de producción sobre el estado reproductivo del rebaño.	55
Tabla III.9. Análisis de la calidad nutricional de la leche.....	57
Tabla III.10. Ficha de costo de la unidad (CUP).	60
Tabla III.11. Principales indicadores económicos	61
Tabla III.12. Análisis de los principales indicadores financieros (CUP).....	62

LISTADO DE ABREVIATURAS

BEN: Balance energético negativo

CC: Condición Corporal

CCS: Cooperativas de Créditos y Servicio

CPA: Cooperativas de Producción Agropecuaria

CUP: Pesos cubanos

EGPM: Empresa Genética Pecuaria de Matanzas

EM: Energía metabolizable

FDA: Fibra detergente ácido

FDN: Fibra detergente neutro

FSH: Hormona folículo-estimulante

GnRH: Hormonas liberadoras de gonadotropina

IPG: Intervalo parto-gestación

IPPS: Intervalo parto-primer Servicio

H: Hormona luteinizante

MS: Materia saca

NNP: Nitrógeno no proteico

ONEI: Oficina nacional de estadística e información

PB: Proteína bruta

PDIE: Proteína digestible en intestino si la energía no es limitante

DIN: Proteína digestible en intestino si el nitrógeno no es imitante

PLL: Período lluvioso

PPLL: Período poco lluvioso

SNG: Sólidos no grasos

SSP: Sistema silvopastoril

ST: Sólidos totales

UBPC: Unidades básicas de producción cooperativa

UEB: Unidades empresariales de base

UGM: Unidad de ganado mayor

INTRODUCCIÓN

La humanidad se enfrenta a uno de sus más grandes desafíos, el crecimiento de la población mundial, junto a un incremento no proporcional de la producción de alimentos que puede poner en peligro la existencia del hombre (FAO, 2019).

La producción ganadera representa, aproximadamente, 40 % de la producción agropecuaria a nivel mundial, lo que se considera el soporte de la disponibilidad de alimentos para aproximadamente mil millones de habitantes, siendo las actividades ganaderas las que aportan 15 % del total de la energía alimentaria, y contribuyen también con 25 % de las proteínas incorporadas en la dieta, teniendo en cuenta que la leche y la carne se destacan por ser alimentos considerados de primera necesidad y por presentar una gran demanda, gracias al alto valor nutricional que tienen (Torres y Delgado, 2018).

En las regiones tropicales, los sistemas de producción animal son extensivos y se sustentan en los forrajes nativos o cultivados, cuyo aprovechamiento basado en el pastoreo, indica que se manejan inadecuadamente en cuanto a tamaño del potrero, rotación, fertilización, control de malezas, carga animal y otros, que afectan la calidad del alimento seleccionado como la frecuencia y el consumo de los pastos, siendo esta una de las causas que afecta la producción y calidad de la leche (Guevara-Vieras *et al.*, 2016).

La ganadería cubana cubre algo más de dos millones de hectáreas, de estas 16-20 % es de pastos cultivados, 38 % se encuentra parcial o totalmente ocupada por adverses, y el resto está representado por pastos naturales de baja productividad. El hato ganadero vacuno es de 3 817,3 mil cabezas, incluyendo como promedio 312,9 miles de vacas en ordeño (ONEI, 2019).

La causa de este deterioro es la utilización de una ganadería extensiva y las prácticas agronómicas utilizadas resultan en baja productividad animal y un alto detrimento ambiental. Además, sobresalen el monocultivo de gramíneas (y la consecuente disminución de la biodiversidad), inadecuado manejo de la pradera y de los hatos, uso inapropiado de las fuentes de agua, pobre utilización de los sistemas silvopastoriles y

prácticas agrícolas sostenibles poco extendidas (Vega *et al.*, 2016; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2020).

Ante esta panorámica, entre las cuestiones estratégicas a implementar se encuentra la identificación y selección de los indicadores productivos y económicos para el diseño de una línea base que permita la descripción y evaluación del proceso productivo, así como el diseño de un plan, programa o proyecto de desarrollo que permita revertir la situación de la ganadería cubana.

PROBLEMA CIENTÍFICO

La carencia, en cantidad y calidad, de una base alimentaria de pastos y forrajes impide la aplicación de un manejo técnico adecuado, lo que provoca el bajo nivel productivo de los animales, así como el deterioro de los indicadores económicos en una vaquería de la Empresa Genética de Matanzas.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Si se caracteriza el estado actual de la base alimentaria del rebaño, la producción y calidad de la leche, así como los indicadores económicos, se dispone de la línea base que permitirá trazar una estrategia para la mejora de la producción en una lechería de la Empresa Genética de Matanzas.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el estado actual de la comunidad vegetal, la producción y calidad de la leche, así como los indicadores económicos de una lechería de la Empresa Genética de Matanzas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar la composición florística, disponibilidad y oferta de materia de los alimentos que se ofertan en el sistema, en función de la época del año.

Evaluar la producción y calidad de la leche, así como la condición corporal en función de la época del año y el bimestre de producción.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1 Panorámica de la ganadería mundial

La ganadería ha desempeñado una función fundamental en la historia de la humanidad, debido a la necesidad de ser más eficientes y mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante, así como de incorporar estrategias adecuadas en los diferentes planes de desarrollo, con el objetivo de lograr a una mejora productiva que permita, a su vez, una transformación en los sistemas ganaderos (Jiménez y Casanovas, 2014).

Según la FAO (2019), la producción mundial de leche alcanzó 852 000 000 t, con incremento de 1,4 % en relación con el año 2018. En ello tuvieron una importante responsabilidad la India, la Unión Europea, los Estados Unidos, Pakistán, Brasil y China, que constituyen los mayores productores a escala global (figura I.1).

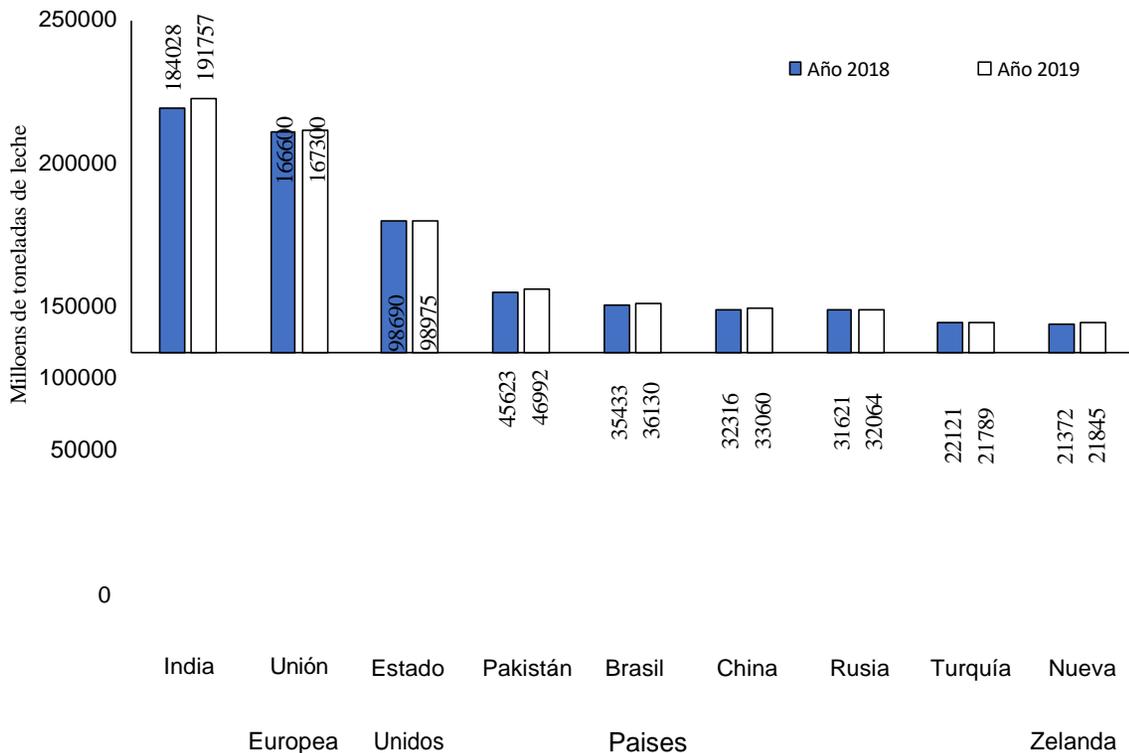


Figura I.1. Principales países productores de leche a escala mundial. Fuente: FAO (2019)

En muchos países en desarrollo, la mala calidad de los recursos forrajeros, las enfermedades, el acceso limitado a mercados y servicios (sanidad animal, crédito y capacitación) y el reducido potencial genético de los animales lecheros limitan la productividad. Además, muchos de estos países presentan climas cálidos o húmedos, que son desfavorables para la actividad ganadera (FAO, 2019).

El pastoreo extensivo es probablemente el sistema más difundido en los países tropicales. Los animales que se utilizan son, en gran medida, de bajo potencial lechero y las cargas se caracterizan por ser generalmente bajas, con lo que se produce una subutilización de los pastos durante el período de mayor crecimiento. Con ello, las producciones individuales y por unidad de área son muy bajas (Edwards *et al.*, 2015).

Ante el reto de la seguridad alimentaria, una alternativa para los países en vías de desarrollo de América Latina y el Caribe es la intensificación de la ganadería bovina mediante un enfoque sostenible, con lo cual se alcanzaría el objetivo de proveer de beneficios ambientales y sociales a las comunidades rurales de tales regiones (Reinoso *et al.*, 2019).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una de las soluciones innovadoras para dar respuesta al reto ganadero de producción sustentable. Constituyen un conjunto variados de arreglos, en los que interactúan simultáneamente plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), plantas herbáceas o volubles (pastos, leguminosas herbáceas y arvenses) y animales domésticos (Murgueitio *et al.*, 2016).

Con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria y al trabajo de diversificación de las fincas de manera sostenible, los SSP se han introducido con fuerza en América Latina y el Caribe. Estos sistemas incluyen pastos mejorados con alto vigor y productividad, asociados con arbustos o árboles forrajeros y ambos (Palma *et al.*, 2019).

Rivera-Herrera *et al.* (2017) informan sobre las ventajas de la introducción de este tipo de manejo. Según señalan, al considerar la relación suelo-planta-hombre-clima, los SSP propician un microclima ideal para las actividades agropecuarias, ofrecen sombra al ganado, protegen las sabanas contra los vientos, así como los suelos ante la erosión eólica. También reducen la utilización de alimentos concentrados, ya que los

árboles y los arbustos mejoran la oferta y la calidad del alimento para el ganado, y proveen alimento durante el año, en especial en la época seca.

Otra ventaja que brinda la introducción de los SSP es el incremento de la biodiversidad, el proveer de un hábitat y de recursos animales silvestres e incrementar la productividad del sistema, además de diversificar las salidas del agroecosistema (frutales, leñas, maderas y forraje). También proporcionan un efecto de sombra sobre los animales, que regula el estrés calórico y mejora la productividad, en cuanto a ganancia de peso y producción de leche (Erazo y Vera, 2018).

I.2 Generalidades de la ganadería cubana

Entre 1960 y 1987, la ganadería cubana estuvo basada en sistemas especializados de altos insumos que aplicaban tecnología de avanzada para producir leche y carne mediante sistemas intensivos e industriales. Sin embargo, eran ineficientes desde el punto de vista financiero como energético (Pérez, 1999).

Según Hernández y Armenteros (2011), para cubrir la demanda de leche vacuna en Cuba se trabajó desde finales de la década del 60 en la conformación de diferentes genotipos que, como característica primordial, expresaran alto rendimiento en la producción lechera; además de buen desarrollo corporal en condiciones de pastoreo. Entre estos se encuentran el genotipo Siboney de Cuba y el Mambí de Cuba, que constituyen uno de los principales exponentes lecheros obtenidos a partir de este programa de mejora genética en Cuba durante la década de los ochenta.

Durante esta etapa, el rebaño lechero estatal había alcanzado un total de 800 mil vacas, con 367 mil en ordeño para un promedio de 6,8 kg/día. En 1990, el rebaño vacuno era de 4,8 millones de cabezas, y solo aproximadamente 20 % pertenecía a los productores privados, organizados en forma de cooperativas o como productores individuales. La ganadería estatal representaba 80

% y estaba organizada en 106 empresas especializadas: 36 de leche, 10 de carne, 22 de cría y 38 empresas agropecuarias municipales mixtas (Sorzano y Herrera, 2018).

En ese entonces predominaba en la ganadería cubana el modelo industrial, conocido como Revolución verde, adoptado durante los años sesenta del siglo XX, que

ocasionó impactos ambientales y socioeconómicos muy negativos, entre los que se pueden citar la especialización de la agricultura y la ganadería, la consecuente pérdida de la biodiversidad de los agroecosistemas, la erosión de los suelos, la deforestación y la migración a gran escala de la población rural hacia las ciudades (Senra *et al.*, 2010).

Por estos motivos, así como por el colapso del campo socialista en los 90, y la subsiguiente crisis económico-social que generó en Cuba, la ganadería vacuna asiste a una gran crisis, con disminución de la masa y reducción de la producción de leche a la mitad, con respecto a los años 80. En la década del 90, se produjeron 879 millones de litros, casi 6,0 kg/vaca/día. Solamente en 1992, la producción de leche había disminuido 50 %, a solo 425 millones de litros, para 3,1 kg/vaca/día como promedio (Pérez, 1999).

En este contexto se llevan a cabo un grupo de cambios en la gestión de la tierra para tratar de revertir la situación de la ganadería. En la actualidad coexisten dos tipos de productores ganaderos, teniendo en cuenta las formas de gestión y propiedad.

Existen las empresas estatales y sus respectivas unidades empresariales de base (UEB), que conforman el sector empresarial estatal, y las formas de gestión del sector no estatal: unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), productores privados (campesinos) dispersos y el estimado de patios y parcelas de los hogares (Senra *et al.*, 2010).

Según la ONEI (2019), las producciones del sector no estatal (UBPC, CPA, CCS) y productores individuales representan 84,9 % de la leche del país y 32,7 % de la carne vacuna, y atesoran 64,2 % de la masa bovina existente. Esto denota las grandes reservas productivas que tiene, debido a que este sector posee más del 50 % de la distribución de superficie dedicada a la producción agropecuaria (tabla I.1).

Tabla I.1. Tenencia del ganado por formas de propiedad.

Sector	Machos	Hembras	Total	%	MINAG	%
Estatal	286 125	464 711	750 414	18,0	585 562	15,5
UBPC	176 335	406 434	583 404	14,0	479 588	12,0
CPA	578 13	113 552	171 426	4,1	118 476	3,1
CCS y Otros	928 885	1 700 129	2 629 014	63,8	2 596 339	68,7
Total	1 473 579	2 684 825	4 134 258	100,0	3 779 965	100,0

UBPC: Unidades básicas de producción, CPA: Cooperativas de producción agropecuaria, CCS: Cooperativas de créditos y servicios

En consecuencia, las formas de propiedad cooperativa, los agricultores pequeños y los tenedores de ganado sin tierra, son propietarios del mayor porcentaje de la masa vacuna, según el Registro del Centro Nacional de Control Pecuario. Sin embargo, no poseen más de 61 % de las áreas dedicadas a la ganadería, según el Centro Nacional de Control de la Tierra (ONEI, 2019).

La superficie agrícola dedicada a la ganadería es de 3 537,1 miles de ha, de las cuales 3 006,6 son agrícolas y 1127,9 se destinan como áreas forrajeras y de pastoreo. Los pastos cultivados solo alcanzan 5 % del área total (tabla I.2). El 94,7 % de las áreas están cubiertas por pastos naturales con alta infestación de plantas arvenses (17 % del área total), entre las que se destacan las especies arbustivas espinosas como *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (aroma) y *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (marabú).

Tabla I.2. Superficie de pastos por formas de tenencia (miles de ha).

Concepto	Superficie de pastos			% respecto al total	
	Total	Artificiales	Naturales	Artificiales	Naturales
Estatal	951,3	82,8	868,5	8,7	91,3
No estatal	1803,5	62,7	1740,8	3,5	96,5
UBPC	517,7	21,7	496,0	4,2	95,8
CPA	18,5	0,3	18,2	1,6	98,4
CCS	16,8	0,4	16,4	2,4	97,6
Propietarios	594,5	18,7	575,8	3,1	96,9
Usufructuarios	656,0	21,6	634,4	3,3	96,7
Total	2754,8	145,5	2609,3	5,3	94,7

UBPC: básica de unidades de producción agropecuaria, CPA: cooperativas de producción, CCS: cooperativas de créditos y servicios

Fuente: Programa de desarrollo ganadero (2015)

La producción de leche ha descendido aproximadamente de 982,0 millones de litros en 1989 hasta 434 206,9 millones de litros en 2014, con 339 780,4 millones de litros en ventas al estado. El sector estatal aportó 12 % de la leche producida y el cooperativo-campesino 88 % (Programa de Desarrollo Ganadero, 2015). En el 2018, la producción de leche fue de 576,9 miles de toneladas, con 338,7 miles de vacas en ordeño, de las cuales 51,1 pertenecen al centro estatal. Mientras, al cierre de 2019, la producción de leche disminuyó a 512 miles de toneladas con 312,9 miles de vacas en ordeño, de las que solamente 47,1 pertenecen a entidades estatales (ONEI, 2019).

La ganadería cubana se caracteriza por ser extensiva y emplear prácticas agronómicas que resultan en baja productividad animal y alto deterioro ambiental (degradación de los suelos, deforestación y pérdida de la biodiversidad).

Las causas son múltiples y sobresalen el monocultivo de gramíneas (y la consecuente disminución de la biodiversidad), el inadecuado manejo de la pradera y de los hatos, así como el uso inapropiado de las fuentes de agua; además del pobre manejo de la vegetación leñosa (sistemas silvopastoriles) y las prácticas agrícolas sostenibles poco extendidas. Ello conlleva a una baja eficiencia productiva y económica, lo que redundará en una gran contribución a las emisiones de GEI del sector agropecuario por kilo de leche y carne (Vega *et al.*, 2016).

Los principales puntos críticos de la cadena lechera en Cuba son la falta de capacitación del personal y, por ende, el mal manejo de los animales en producción, la falta de bases alimentarias, así como de bancos forrajeros y proteicos; además de los precios regulados por el estado y la deficiente aplicación del sistema de pago por calidad, a lo que se adiciona la desmotivación y el poco sentido de pertenencia de la fuerza de trabajo, por lo que existen fluctuaciones en el personal que conllevan a la baja eficiencia productiva del ganado lechero (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2020).

Entre las cuestiones estratégicas y prioritarias que se deben abordar se encuentra la conservación, el manejo y el uso racional de los recursos naturales para lograr una producción sostenible de proteína de origen animal, la garantía de la base alimentaria de los rebaños, la salud animal, los recursos zoogenéticos y el fondo de tierra destinado a la actividad (Pacheco *et al.*, 2017).

I.2.1 Caracterización de la ganadería en la Empresa Genética de Matanzas

La Empresa Pecuaria Genética de Matanzas fue creada en 1970 por el Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz, para garantizar la producción de leche y la creación del genotipo cubano de ganado vacuno Mambí, que es un nuevo genotipo establecido en las proporciones 3/4 Holstein (de origen canadiense) y 1/4 Cebú cubano (con fenotipo Brahman). En los últimos 24 años, la producción de leche varió desde 1,6 hasta 2,4 millones de kg (tabla I.3).

Tabla I.3. Producción de leche en los últimos 24 años.

Año	Producción de leche, kg	Año	Producción de leche, kg
1995	1 600 200	2007	2 420 100
1996	1 569 200	2008	2 682 300
1997	1 586 400	2009	2 885 900
1998	1 400 400	2010	2 641 700
1999	1 602 100	2011	2 820 300
2000	1 752 100	2012	Valor perdido
2001	1 820 100	2013	2 932 390
2002	1 721 500	2014	3 043 764
2003	2 079 100	2015	2 998 574
2004	2 411 600	2016	2 692 901
2005	2 327 900	2017	2 736 470
2006	2 151 700	2018	2 398 505

Fuente: Balance de la Empresa Genética de Matanzas (2019)

En la actualidad, esta entidad estatal pertenece al Grupo Empresarial Ganadero del Ministerio de la Agricultura y se encuentra situada en el municipio Limonar de la provincia Matanzas. Sus principales renglones productivos son la producción de leche y hembras para el remplazo y venta, así como la selección de terneros de elevado valor genético, como futuros sementales para los centros de inseminación.

I.3 Clasificación de los sistemas de producción de leche

Senra y Ugarte (1983) clasificaron los sistemas de producción de leche y se basaron en la necesidad o no de estabular los animales. La supresión del pastoreo estará determinada por la disponibilidad y la calidad del pastizal, así como por las condiciones climáticas. Los tres sistemas generales propuestos fueron: estabulación (cero pastoreos), semiestabulación (pastoreo restringido en tiempo) y pastoreo libre todo el año (pastoreo sin restricción).

Esta es una de las mejores formas de clasificación porque considera todas las variantes de los sistemas a emplear. No obstante, como ha sucedido en casi todas las propuestas de los diferentes autores en estas décadas, el uso de los árboles en los potreros no se argumenta con la prioridad con que hoy urge hacerlo.

En el período de la década de los años 80-90 hubo una marcada tendencia al uso del riego, de grandes cantidades de fertilizante y especies mejoradas (fundamentalmente gramíneas).

En este sentido, García-Trujillo (1983) clasificó los sistemas de producción de leche en pastoreo libre todo el año, según los rangos del potencial de producción, en explotaciones extensivas o intensivas, asociaciones de gramíneas y leguminosas, y diferentes tipos de animal. A su vez, Muñoz-Espinoza *et al.* (2016) plantearon que a escala global se pueden distinguir tres sistemas de crianza pecuaria: los que se basan en el pastoreo directo, los sistemas industriales intensivos y los que integran agricultura-ganadería (mixtos).

I.3.1 Sistemas de producción bovina basados en los pastos y los forrajes

La productividad de la ganadería en los sistemas tropicales se basa en los sistemas extensivos, donde la mayoría de las áreas dedicadas al pastoreo se encuentran establecidas con pastos naturales.

Estos se caracterizan por su escasa producción de biomasa y pobre calidad nutricional, debido a las deficientes formas de uso, incluso tratándose de especies introducidas. Las malas prácticas de manejo durante las fases de establecimiento y

producción conllevan al deterioro de los pastizales y a la degradación de los suelos (Quintuña *et al.*, 2019).

Se suman a lo anterior, las variaciones climáticas extremas, como largos inviernos y prolongadas sequías, que reducen la oferta forrajera en más de 50 %, así como la proteína y la digestibilidad. Esto implica el bajo consumo voluntario, la pérdida de los niveles productivos de carne o leche, y la disminución de la condición corporal de los animales, lo que repercute en el estado reproductivo y productivo del ganado (De la Ribera *et al.*, 2017).

En el trópico es muy notable la producción estacional de forrajes. Se obtienen pastos abundantes en las épocas de lluvia y con poco crecimiento en las épocas de seca, con una distribución de 70 y 30 % de la producción forrajera, respectivamente. Además, hay un efecto determinante del clima en la producción y la calidad del forraje, que influyen directamente en la productividad de los animales (Anzola *et al.*, 2014).

En las regiones tropicales, los pastos constituyen la base alimentaria principal del ganado bovino. En este caso, se presenta un bajo nivel de energía y proteína, lo que condiciona que esta sea una de las principales causas que afecta la producción y la composición de la leche, y se hace entonces necesario la utilización de suplementos que encarecen los costos por este concepto (Viera y Gue, 2015).

La deficiencia de nutrientes en la dieta también ocasiona retardo en el crecimiento de los vacunos y, a su vez, demora el inicio de la actividad reproductiva, eleva los costos de producción, restringe el tamaño del rebaño y la disponibilidad de reemplazos (Álvarez *et al.*, 2019).

La mayoría de las vacas de alta producción presentan balance energético negativo durante la lactancia temprana, debido a que no pueden consumir la cantidad adecuada de nutrientes necesarios para satisfacer sus requerimientos de mantenimiento y producción en los sistemas pastoriles, y como consecuencia tienen que movilizar las reservas de energía de sus tejidos corporales, produciéndose una pérdida de peso y de la condición corporal (Marques *et al.*, 2016).

Existe una amplia variedad de recursos que son factibles para ser utilizados en la alimentación animal en la época de menor disponibilidad de alimento, y que permite

que los animales cubran sus requerimientos nutricionales. Entre estas opciones se incluyen los alimentos voluminosos de alto contenido fibroso, como los que provienen de *Saccharum officinarum* L., subproductos agrícolas, los forrajes de gramíneas y leguminosas, así como residuos de cosecha y otros cultivos como *Zea mays* L., levaduras y residuo de la industria cervecera (Tekeli *et al.*, 2015).

Son diversos los sistemas de producción ganadera en América tropical. Sin embargo, los más rentables son aquellos que usan los pastos y los forrajes como fuente primaria de alimentación para el ganado. Se debe destacar que los sistemas pastoriles requieren de un buen manejo y de programas de rotación intensiva para lograr una buena eficiencia de pastoreo (Marini y Di Masso, 2018).

Como estrategia para mantener los sistemas intensivos de producción ganadera en condiciones de bajos insumos, se introdujo en Cuba el sistema de pastoreo racional Voisin (PRV), que implica la aplicación del método de pastoreo con un alto número de cuartones, altas cargas instantáneas e intensidades de pastoreo, el mantenimiento de los animales permanentemente en pastoreo bajo sombra natural, con agua a voluntad en cada cuartón, y el suministro de los alimentos complementarios en el propio pastizal.

Esto permite aumentar el aporte de excretas y orina en el pastizal, lo que incrementa sus rendimientos a partir de una mejora paulatina de la fertilidad del suelo (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019).

Los componentes clave en la productividad de un sistema de pastoreo son el consumo de materia seca (MS) producida por unidad de área, el valor nutricional y la carga animal (Yasothai, 2014). Esta última es una valiosa herramienta de manejo que influye en la cantidad de forraje consumido. Una alta carga animal maximiza la producción de leche por ha, pero reduce el rendimiento por unidad, debido a que disminuye la disponibilidad de alimento por animal, aumenta la presión de pastoreo y, por ende, la producción de leche por animal, mientras que por hectárea incrementa la producción de leche (Watson *et al.*, 2015).

I.3.2 Sistemas que utilizan los pastos y los forrajes sin riego

En Cuba, en los sistemas basados en pastos, forrajes y alimentos locales, cuando no se emplea riego en las áreas de pastoreo en el período poco lluvioso, ocurre una drástica disminución de los rendimientos de biomasa. Esto se debe prever, además de planificar oportunamente las formas de alimentar a la masa de animales en función de su producción (Anzola *et al.*, 2014).

Los sistemas de secano son aquellos en los cuales no se utiliza el riego en las unidades de producción, aunque pueden recibir alimentos provenientes de áreas con riego o sin él, como es el caso del forraje que se ofrece cuando se maneja el ganado con restricción del pastoreo o estabulado (Guevara-Viera *et al.*, 2018).

Diversos son los sistemas de secano que se han estudiado. A continuación, se describen los de mayor importancia.

Utilización de forraje de gramíneas o ensilaje, y de ambos

El forraje es una opción que se usa no solo para el período de escasez de alimento, sino durante todo el año, especialmente en aquellas empresas lecheras donde las necesidades del ganado son superiores a los pastizales, fundamentalmente de gramíneas (Álvarez *et al.*, 2019).

El comportamiento del Rhodes gigante (*Chloris gayana* Kunth cv. Callide) se estudió durante dos años en 32 ha de una vaquería de la región oriental del país, con una carga de 2,5 vacas/ha y suministro de alimentos en el comedero en el período poco lluvioso (80 % forraje, 18 % *S. officinarum* y bagacillo y concentrado). La producción de leche fue de 8,9 kg/vaca/día. El pastoreo en la época de altas precipitaciones se efectuó durante 14 h, y en el período poco lluvioso se restringió a cuatro horas (Lamela y Vega, 1992).

Los sistemas que incluyen bancos forrajeros de *S. officinarum* (caña de azúcar) como forraje presentan entre sus ventajas altos rendimientos de MS y energía metabolizable (EM) en el período poco lluvioso, resistencia a intensas sequías, adaptación a un amplio espectro de suelos. Además, se conoce su mecanización para la siembra y la cosecha, y existe una amplia experiencia en su explotación. Sin embargo, sus limitaciones son el bajo porcentaje proteico (3,4 %), poco y desbalanceado contenido mineral, ausencia de almidón y bajo contenido de grasa, además de ser un alimento

rico en carbohidratos estructurales con alta cristalización del complejo lignocelulolítico (Salazar-Ortiz *et al.*, 2017).

En estudios realizados en Cuba se recomienda que cuando se ofrezca forraje de *S. officinarum*, se debe agregar 9,5 g de urea por kilogramo de materia fresca y además, cortar esta especie a partir de los 12 meses para que pueda alcanzar alto porcentaje de azúcares. En estas condiciones se observaron consumos de 20,3 kg de este forraje y producciones de leche de 9,1 kg/vaca/día. También se debe incluir de 0,12 a 0,15 % de azufre en estas dietas para incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno en el rumen (Milera, 2006).

Sánchez *et al.* (2008) realizaron un estudio en condiciones comerciales, durante cinco años. Emplearon vacas de la raza Mambí de Cuba, que pastaban en una asociación de gramíneas mejoradas [*Megathyrsus maximus* (Jacqs.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs cv. Likoni y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv. Jamaicano] y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt cv. Cunningham. El consumo fue de 0,46 kg de concentrado/animal/día y aproximadamente 10 kg de forraje fresco de *S. officinarum* en el período poco lluvioso. 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 multíparas en los dos últimos años.

Según Orozco y Llano (2016), *S. officinarum* constituye un forraje que se puede suministrar durante el período poco lluvioso. Su respuesta en la producción de leche dependerá del aporte de nitrógeno de fácil fermentación para el desarrollo de la flora ruminal que degrada la fibra, así como de la edad de corte para garantizar su máxima calidad.

Sistemas con bancos de biomasa de Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone

Según Rusdy (2016), *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (hierba elefante), al igual que *S. officinarum*, es capaz de almacenar alimentos durante seis meses, uno o varios años. *C. purpureus* convierte 23 % de la radiación solar que recibe y su ciclo de crecimiento acumula biomasa hasta los seis meses de edad.

C. purpureus Cuba CT-115, de porte bajo, se puede manejar en 30 % del área total de pastoreo; permite una rotación en lluvia (junio-julio) y no se vuelve a pastorear hasta el inicio de la época de seca. En este sistema, el reposo entre pastoreos varía entre 70 y 80 días. Con esta gramínea sin fertilizar se pueden alcanzar 15 t de MS/ha en la época de sequía, que es aprovechada en un 60 %. Una hectárea es capaz de alimentar 300-400 vacas/día en la primera rotación y 200-300 vacas/día en la segunda, con un consumo estimado de 12-15 kg de MS/vaca/día (Martínez- Zubiaur, 2020).

Con la introducción del banco de biomasa en una lechería comercial, se obtuvo una producción de leche de 7,8 kg/vaca en ordeño/día. Se destaca el incremento de leche vendida/ha, que ascendió de 1 300 hasta 2 680 kg de leche/ha (Martínez-Zubiaur, 2020).

Sistemas que utilizan los subproductos industriales y los recursos locales

Utilizar racionalmente los productos y subproductos de la agricultura y de la industria como sustitutos de los concentrados y los suplementos del pasto, sin riego, en seca, es una vía para encontrar nuevas fuentes de alimento que eviten la subalimentación de la masa bovina y contribuyan al aumento de la producción de leche y carne (Lemaire *et al.*, 2014).

Otro subproducto elaborado a partir de *S. officinarum* es la saccharina rústica. Para su elaboración la planta debe ser blanda, de entrenudos largos y limpia de paja, con suficiente madurez (8-12 meses). Después de cortada se muele en forma de harina y se deposita en un área de cemento o asfalto. Si el proceso de molienda se inicia por la mañana, se debe proteger el material del efecto del sol (se recomienda moler de 3:00 a 6:00 p.m.), debido a que se producen pérdidas de guarapo, que es esencial para la fermentación y el crecimiento de las levaduras (Ramos-Juárez *et al.*, 2016)

La fermentación en estado sólido de *S. officinarum*, limpia y molida, con urea y minerales, produce una disminución de los carbohidratos solubles, además de la transformación del nitrógeno no proteico (NNP) en nitrógeno microbiano, debido al crecimiento de las levaduras y las bacterias. De esta forma se obtiene un alimento enriquecido con alta proporción de proteína bruta (PB) y alto porcentaje de proteínas sobrepasantes (≥ 70 %), lo que garantiza corregir cualquier déficit de calidad o

cantidad de péptidos y aminoácidos que normalmente se sintetizan en el rumen (Martín, 2005). La eficiencia de conversión de los carbohidratos solubles a proteína puede llegar a valores de 61 %, debido al desarrollo de la microbiota que se establece en el sistema (Lagos-Burbano y Castro-Rincón, 2020).

I.3.3 Sistemas con riego y fertilización

Los sistemas con pastos mejorados, riego y fertilización constituyeron una opción hace algunos años, con resultados técnico-económicos atractivos (Cino *et al.*, 2004). Al respecto, se realizó un conjunto de trabajos para estudiar el efecto de la oferta de pasto en la producción de leche con las especies *M. maximus* cv. Gatton (Stobbs, 1978), *Cynodon dactylon* cruzada-1 (Milera *et al.*, 1987), *M. maximus* cv. Likoni (Hernández *et al.*, 1990a), *Chloris gayana* Kunth cv. Callide (Hernández *et al.*, 1990b) y *C. nlemfuensis* cv. Tocumen (Pereira y Lamela, 1995). La cruzada-

1 y el *Megathyrsus* (=Panicum) fueron los pastos que mejor respuesta mostraron en la producción de leche con aumento de la oferta. No obstante, en todos la respuesta fue lineal, excepto en *C. nlemfuensis*.

En *C. nlemfuensis*, la disponibilidad mínima para obtener producciones aceptables fue de 15 kg de MS/vaca/día. Se obtuvo alta densidad de hojas en el estrato superior y total (122,6 y 116-230 kg/ha/cm) en la oferta más baja, por lo que es posible que la densidad de hojas en el estrato superior se relacione mejor que la oferta con el comportamiento de las vacas en pastoreo.

Además, se observó que se necesitaba un tiempo de reposo no menor de 40 días, cuando se empleó una presión de pastoreo de 15 kg de MS/vaca/día, lo que representa mayor número de cuartones que los que se utilizaron (Milera-Rodríguez, 2020).

Con sistemas de gramíneas mejoradas se obtuvieron producciones de leche que variaron de 9 a 12 kg/vaca, en dependencia del racial, la especie de pasto, la oferta de materia seca y la carga. Estos resultados se obtuvieron con dosis de fertilización entre 150-300 kg de N/ha. Sin embargo, incentivaron modelos consumidores con un gran componente de importación, con lo que se hicieron más dependientes de insumos externos y menos sostenibles.

Se produjo así la ruptura del paradigma basado en la dependencia de importaciones, después del derrumbe del campo

socialista y se hizo necesario comenzar a construir un nuevo paradigma técnico-económico basado en el desarrollo endógeno. Dentro de este contexto surgen los sistemas silvopastoriles como una alternativa viable para la recuperación de la ganadería cubana y satisfacer las necesidades de la población. Se trataba de devolver los árboles al pastizal cubano.

I.3.4 Sistemas que utilizan los árboles-pastos

Según Navas-Panadero (2017), existen diferentes formas de clasificar los sistemas silvopastoriles. Los más estudiados son:

- Sistemas de corte y acarreo
- Sistemas que utilizan el banco de proteína en pastoreo
- Sistemas asociados con pastos y árboles de la familia de las leguminosas y otras leñosas

El sistema de corte y acarreo se ha usado con diferentes objetivos, uno de los cuales es la alimentación del ganado. Consiste en disponer de un área de forraje de arbóreas, el cual se corta y traslada para ofrecerlo fresco, oreado, henificado o en forma de harina como suplemento. Con el mismo fin también se pueden emplear las cercas vivas.

Morus alba Linn. manejado con cortes a los 60 días de rebrote en el período lluvioso y a los 90 días en el poco lluvioso, a altura de 40 cm, con densidad de 25 000 plantas/ha, fertilización de 300 kg de N/ha/año y sin riego, alcanzó un rendimiento de biomasa comestible de 8,30 t de MS/ha/año (Martín, 2004).

En el período lluvioso, se logró una producción de leche de 10,6 kg/vaca/día, al suministrarla a 1 % del peso vivo en vacas mestizas del cruce Holstein x Cebú, con pastoreo de especies mejoradas (Milera *et al.*, 2007).

Muchos de los trabajos realizados con arbóreas se ubican en este contexto de corte y acarreo, y la respuesta a la suplementación con leguminosas arbóreas depende, en gran medida, del tipo de leguminosa y la calidad de la dieta basal, de la forma de presentación del forraje ofrecido, así como de la oferta de MS.

Sistemas que emplean el banco de proteína en pastoreo

En Cuba, los primeros trabajos realizados con el empleo de bancos de proteína de arbóreas para la producción de leche datan de principios de la década de los 80, cuando en la subestación de La Habana del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, en el período seco de 1981- 1982, se obtuvo una producción media de 11,7 kg/vaca/día, empleando un banco de proteína que ocupaba 25 % del área con leucaena (*L. leucocephala* cv. Ipil-Ipil) y el resto con *M. maximus* cv. Likoni (García, 1982). La leucaena se sometió a ramoneo durante 4 horas en días alternos, sin emplear riego, fertilización ni concentrados. Los animales empleados eran de la raza Holstein, con una carga de 2 vacas/ha.

Durante tres años, Milera *et al.* (1994) estudiaron el comportamiento de un sistema de producción que consistía en la utilización de un área de *M. maximus* cv. Likoni, con 20 % dedicado a un banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Perú y un control con la gramínea solamente. Esta última se fertilizó con 120 kg de N/ha/año y la leguminosa solo recibió 45 kg de P y K/ha, ambas sin riego. Se empleó una carga de 2,5 vacas/ha del cruce Holstein x Cebú. En el período lluvioso, se segregó 33 y 44 % del área de la gramínea en pastoreo para conservar, con una producción de ensilaje de 2,4 y 2,8 t/vaca para el tratamiento y el control, respectivamente. Este alimento se ofreció en el período poco lluvioso. La producción de leche fue significativamente superior cuando se empleó la leguminosa y la fertilización en el área de la gramínea (10,1 vs. 9,6 kg/vaca/día), s se compara con el control que solo disponía de la gramínea.

Una preocupación de los ganaderos que manejan los bancos de proteína en pastoreo es la altura que alcanzan las especies arbóreas después de dos o tres años del comienzo de la explotación con los animales. Por ello es necesario realizar podas cada vez que lo requiera la planta, para lo que existe una metodología establecida por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (López *et al.*, 2002; Sánchez, 2007).

Sistemas asociados con pastos y árboles en el área de pastoreo

Los sistemas que incluyen pastos y árboles de diferentes propósitos constituyen una opción sostenible para los escenarios actuales de la ganadería y la agricultura. La producción de leche con este tipo de sistema varía de 8 a 12 kg/vaca por día, en

dependencia del racial, la carga animal y la especie de pasto presente en la composición florística (tabla I.4)

Tabla I.4. Producción de leche en sistemas asociados con árboles

Autor	Ubicación	Sistema	Comportamiento	Suelo	Carga (UGM/ha)	Raza
Sánchez-Santana (2007), Sánchez <i>et al.</i> (2008) y López <i>et al.</i> (2012)	Empresa Genética de Matanzas	<i>L. leucocephala</i> + <i>C. nleunfuensis</i> + <i>Megathyrsus maximus</i>	9,0-10,0 kg/animal/día	Pardo con carbonato	1,5-1,8	Mambí de Cuba
		<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>Stylosantes guianensis</i> cv. CIAT-184, <i>Neonotonia wightii</i> cv.				
Hernández <i>et al.</i> (1998), Hernández		Tinaroo, <i>Teramnus labialis</i> cv. Semilla Clara,	10,0-11,0		1,1-4,7 (en	Cruce de Holstein x

<i>et al.</i> (2011)	EEPFIH	<i>Centrosema pubescens</i> cv. SIH-129 y <i>Megathyrsus maximus</i> (una mezcla de los cvs. Likoni y SIH-127)	kg/animal/día	Ferralítico rojo	dependencia del tratamiento)	Cebú
Lamela <i>et al.</i> (2010)	Empresa de Cítricos "Victoria de Girón"	<i>L. leucocephala</i> + <i>Morus alba</i> + <i>Pennisetum purpureum</i>	9,9-10,0 kg/animal/día	Ferralítico rojo lixiviado	10 vacas/ha	Vacas cruce de Holstein x Cebú
López <i>et al.</i> (2014) López <i>et al.</i> (2015b)	EEPFIH	<i>L. leucocephala</i> + <i>C. nleunfuensis</i> + <i>Megathyrsus maximus</i>	9,7 y 9,8 kg/animal/día	Ferralítico rojo	1,2 UGM/ha	Vacas mestizas Holstein x Cebú
Sánchez <i>et al.</i> (2015)	EEPFIH	<i>L. leucocephala</i> + <i>Megathyrsus maximus</i>	11,9; 12,1 y 12,2 kg/vaca/día, sin diferencias significativas entre los tratamientos	Ferralítico rojo	1,2 UGM/ha	Vacas mestizas Holstein x Cebú

Fuente: Adaptada de Sánchez-Santana *et al.* (2018)

Las especies de árboles más utilizados en estos sistemas son *L. leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *Albizia lebbeck* (L.) Benth. (Milera *et al.*, 2014), conjuntamente con *Bauhinia purpurea* L.; mientras que los pastos más abundantes por su capacidad para asociarse con estos son *M. maximus* y *C. nlemfuensis*, aunque también se pueden encontrar otras especies como *C. ciliaris* y *C. purpureus* CT-115 (López *et al.*, 2015b).

Jordán *et al.* (1998) estudiaron el efecto de la introducción progresiva de *L. leucocephala* cv. Perú en una vaquería, y encontraron que la producción de leche en vacas Holstein se incrementó de 7,9 a 9,5 kg, según aumentó el porcentaje del área cubierta por la leucaena desde el primero hasta el cuarto año. La producción por hectárea al año aumentó de 2 790 hasta 5 406 kg/ha/año. La carga se incrementa de dos a tres animales por hectárea.

Estudios realizados por Hernández y Ponce (2004), relacionados con la influencia de la época del año en la producción y la composición de la leche de rebaños en condiciones silvopastoriles, en tres fincas lecheras constituidas por diferentes genotipos lecheros mostraron cierta disminución de la producción de leche para la época de seca con respecto a la época lluviosa, donde los valores fueron de 11,2 vs. 15,1; 7,6 vs. 9,8; y 8,9 vs. 11,3 kg/día para el rebaño 1, 2 y 3, respectivamente. Similar comportamiento mostró la proteína y los sólidos no grasos; mientras que la grasa se comportó mejor en el período poco lluvioso.

En la Empresa Genética de Matanzas en una asociación de leucaena con gramíneas mejoradas, la disponibilidad de materia seca fue superior a 3 t/ha/rotación durante los tres años que duró la evaluación y se obtuvo un mayor rendimiento de leche entre 9 y 10 kg/vaca/día (Sánchez *et al.*, 2008). En este sistema, se logró una producción por lactancia de 2 030-2 159 kg, y por hectárea de 2 744-3 025 kg. A su vez, cuando se analizó el efecto de la época del año en el peso de los terneros al nacer, no se encontraron diferencias significativas. Los valores fueron superiores a 37,5 kg para ambos períodos.

En la vaquería El Rancho de la Empresa de Cítricos Victoria de Girón del municipio de 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 *C. purpureus* CT-115 con los árboles forrajeros *L. leucocephala* y *M. alba*, en condiciones de riego, donde 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. Los mayores resultados se encontraron en el bimestre julio-agosto; mientras que la producción de leche fue de 10,0 y 9,9 kg/vaca/día para la tercera y la cuarta lactancia, respectivamente (Lamela *et al.*, 2010).

Estos sistemas garantizan elevada producción de biomasa de buena calidad nutricional durante todo el año (López *et al.*, 2012). Sánchez-Santana (2007) desarrolló una investigación en la que evaluó, en condiciones comerciales de producción, un SSP constituido por una asociación de gramíneas mejoradas (*M. maximus* cv. Likoni y *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano) con *L. leucocephala* cv. Cunningham (5 556 plantas/ha). La carga promedio fue de 1,5 animales/ha y el tiempo de reposo del pasto de 30 y 58 días para el PLL y el PPLL, respectivamente. En estas condiciones, obtuvo 28,8 t de MS/ha/año de pasto y 4,6 t de MS /ha/año de follaje de leucaena. El contenido de PB fue de 9,7 % en el pasto y 25,2 % en la leucaena; mientras que la degradabilidad *in situ* de la MS a las 48 h fue de 57,7 y 60,8 %, respectivamente.

Un aspecto importante lo constituye el hecho de que en las multiasociaciones (SSP intensivos) con gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas con una alta densidad (15 000 plantas/ha), donde existe una gran diversidad de la dieta ofrecida y consumida y mayor componente de leguminosas que de gramíneas, se produce una mejora de tal magnitud en la calidad nutritiva de la dieta que solo con 25 kg de MS/vaca/día se alcanzan resultados similares a los obtenidos en los sistemas con riego y fertilización sin suplementos concentrados, en los que las ofertas estuvieron entre 30 y 50 kg de MS/vaca/día (Hernández *et al.*, 2011). Además, se pueden

utilizar cargas de hasta 2,5 UGM/ha, por lo que la producción de leche individual se mantiene en aproximadamente 10 kg/vaca/día. Ello permite incrementar la producción de leche por hectárea de 3 000 a 6 000 kg/año.

No obstante, cuando en estos sistemas se brindó a las vacas, en similar período del año, una suplementación con concentrado que representó 20 % de la dieta, y también probiótico Sorbifauna entre 60 y 90 g/vaca/día, se obtuvo una producción de leche promedio de 12,0 kg/vaca/día (tabla I.4), con 3,9 % de grasa y 3,4 % de proteína (Sánchez-Santana *et al.*, 2015).

Las investigaciones realizadas en Cuba durante más de 20 años, en SSP con predominio de pastos mejorados, en suelos de mediana fertilidad, con carga entre 1,1 y 1,7 UGM/ha y períodos óptimos de reposo para el pasto de 25-40 días en la época lluviosa, y de 50-70 días en el período poco lluvioso, con vacas de mediano potencial de genotipos provenientes del cruzamiento de Holstein x Cebú, han confirmado que estos sistemas tienen potencial para alcanzar una producción de leche entre 7,0 y 10,0 kg/vaca/día, con una adecuada calidad nutricional.

Las asociaciones de árboles más pasto garantizan buena calidad nutricional y alta disponibilidad, lo cual permite que los animales puedan cumplir con sus requerimientos nutricionales y hacer una mejor selección del alimento; además la eficiencia productiva del sistema es mejor.

I.4 Factores que intervienen en la producción y calidad de la leche

La rentabilidad de una explotación lechera se basa, principalmente, en los ingresos generados por la leche menos los costos de producción, alimentación y salud. El reto de incrementar los niveles de producción mientras se busca disminuir el impacto ambiental ha instado a los productores a buscar altos rendimientos de la mano de protocolos de crianza efectivos, con el objetivo de minimizar los costos de producción y lograr altos índices de rendimiento productivo bajo sistemas de pastoreo (Coffey *et al.*, 2016).

Según Ponce *et al.* (2016), el desarrollo de una producción agroalimentaria adecuada a la demanda y que garantice la soberanía alimentaria y la sustitución de

importaciones, es uno de los retos declarados en la política agroindustrial de Cuba. Por estas razones, la agricultura requiere de soluciones técnicas, gerenciales y organizativas, singulares y particulares en cada localidad, que deben ser formuladas en el campo e ir a la práctica para solucionar problemas de la agricultura y de los agricultores. De ahí la importancia de conocer los indicadores de calidad y producción de la leche en sistemas pecuarios, ya que posibilita la toma de decisiones para atenuar las afectaciones en la gestión de la calidad en toda la cadena agroindustrial

Según Rodríguez *et al.* (2015), los sistemas de producción y calidad de la leche en el trópico están limitados por factores nutricionales (nivel de alimentación y la calidad de la ración) y no nutricionales (figura I.2).

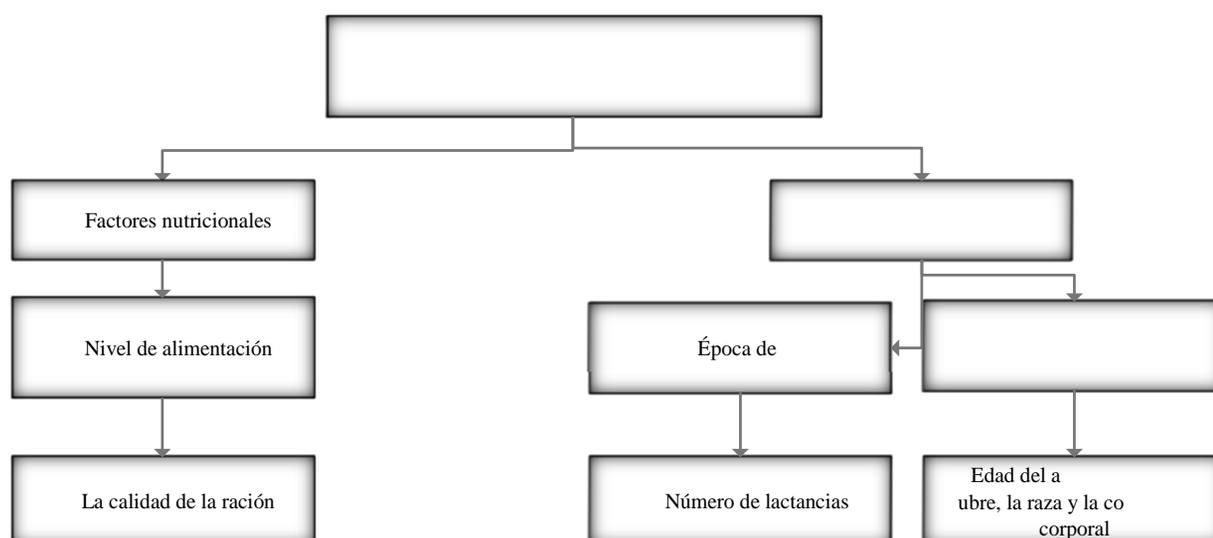


Figura I.2. Factores que afectan la producción y calidad de la leche

Fuente: Elaboración propia

La producción y composición de la leche puede variar de acuerdo con la cantidad, calidad y tipo de fibra del alimento, según la relación forraje concentrado y el tamaño de la partícula, y de acuerdo con la suplementación con grasas, proteínas y aditivos en la dieta (Rodríguez *et al.*, 2015).

Según Grant y Patel (1980), la grasa y la proteína de la leche pueden presentar variaciones en su concentración y responder a cambios en la nutrición de las vacas.

La concentración de grasa en la leche puede variar en un rango de hasta tres unidades porcentuales por medio de la manipulación nutricional. En contraste, el contenido de proteína se puede modificar aproximadamente en 0,6 unidades porcentuales.

El factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche debido a la inadecuada producción de ácido acético y butírico en el rumen para la síntesis de la grasa (Rodríguez *et al.*, 2015).

Otro de los factores que varían con el suministro de la dieta en los animales es el porcentaje de sólidos no grasos (SNG), el cual se relaciona de forma directamente proporcional con el nivel de energía, una vez que el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un incremento de hasta 0,2 % en el porcentaje de SNG (Salazar-Carranza *et al.*, 2014).

La época del año es otro factor que influye en la calidad y la producción de la leche. El mejor comportamiento se produce durante el período lluvioso, como expresión de una mayor disponibilidad de pastos, con diferencias en los aportes nutricionales de la pradera en el transcurso del año (De León, 2017).

Esencialmente, hay una correlación inversamente proporcional entre la temperatura ambiental, cantidad de la leche, grasa y proteína producida. Estudios realizados por Ozrenk y Selcuk (2008) evidencian el efecto de la estación en la composición de la leche, y se reportan altos porcentajes de grasa y proteína durante el invierno (3,1 % para la grasa y 2,9 % para la proteína), y bajos durante el verano (2,3 % materia grasa y 2,7 % fracción proteica).

Esto se debe a que durante la época lluviosa aumenta la disponibilidad de los pastos y, por ende, la producción lechera y disminuyen los porcentajes de grasa en la leche, mientras que durante la época poco lluviosa disminuye la disponibilidad y la calidad de los alimentos (pastos y forrajes), por lo que disminuye la producción de leche y aumentan la grasa (De León, 2017). El aumento en el rendimiento de leche precede a una disminución en los porcentajes de grasa y proteína. Los cambios en los

rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, actúan de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y coincidiendo con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia, con excepción de las concentraciones de lactosa y potasio que disminuyen al final de la lactancia (Salazar- Carranza *et al.*, 2014).

Según Rodríguez *et al.* (2015), la producción de leche aumenta con las sucesivas lactancias de la vaca, obteniéndose los mayores volúmenes entre la tercera y la cuarta lactancia. Esto depende, en gran medida, de la edad de incorporación del animal a la reproducción y el manejo durante su vida productiva. Mientras el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante, la proteína disminuye gradualmente con el avance de la edad.

La producción de leche aumenta rápidamente desde el primer día postparto hasta el día 70, llegando al pico de producción entre la sexta y la octava semana después del parto, cuando la concentración de grasa y proteína inicia con un nivel alto, y a medida que aumenta la producción de leche disminuye en relación inversamente proporcional al volumen de leche (Salazar-Carranza *et al.*, 2014; Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

Las enfermedades que ocurren en las vacas, sobre todo la mastitis, pueden causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica presentan altos niveles de células somáticas en la leche, por lo que ocurre una reducción en el contenido de grasa y caseína, reducción en los niveles de lactosa y, en algunos casos, de proteína (Citolatti y Lizarraga, 2016).

Según Benítez (2013), el estado sanitario del animal es determinante en la producción lechera, ya que si hay presencia de mastitis se verá disminuida la producción láctea en calidad y cantidad, debido a que se reduce la grasa (5-10 %), disminuye hasta 30 % la lactosa y se desequilibran los valores de sales minerales (40 % más de sodio, 10 % menos de potasio y hasta 50 % más de cloro). No hay cambio apreciable en el porcentaje, pero sí en el tipo de proteína presente en la leche.

La raza constituye uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y la proteína láctea son caracteres genéticos que

tienen hasta 50 % de heredabilidad (Corzo et al., 2020)

Según Citolatti y Lizarraga (2016), la leche de vaca contiene entre sus componentes más importantes el agua, que representa 88 % del volumen total. El resto está constituido habitualmente por 3,2 % de proteína, 3,4 % de grasa, 4,5 % de lactosa y 0,72 % de vitaminas y minerales.

Según González *et al.* (2010), existe una uniformidad en la composición de la leche, cuando se compara una vaca de la misma raza sometida a una dieta semejante. Sin embargo, los valores medios varían considerablemente entre animales de diferentes razas (tabla I.5).

Tabla I.5. Composición de la leche porcentaje de diferentes razas de bovinos lecheros (%).

Raza	Grasa	Proteín a	Lactos a	Ceniz a	SNG	ST
Ayrshire	4,00	3,53	4,67	0,68	8,90	12,9 0
Holstein F	3,40	3,32	4,87	0,68	8,86	12,2 6
Jersey	5,37	3,92	4,93	0,71	9,54	14,9 1
Suizo Pardo	4,01	3,61	5,04	0,73	9,40	1,41

SNG: sólidos no grasos; ST: sólidos
totales Fuente: González *et al.* (2010)

Otro factor que influye en la cantidad y la calidad de la leche es la condición corporal (CC), la cual constituye una herramienta útil y práctica para evaluar visualmente el estado nutricional del ganado. Esta evaluación al secado es útil para corroborar que la alimentación durante los últimos meses de lactancia permitió una correcta recuperación de las reservas corporales. Durante este período, los animales no

deberían perder condición corporal (Roche, 2009).

Las mayores pérdidas de CC ocurren en el período seco. En el puerperio se observa una disminución en la CC hasta la semana seis del posparto, en vacas de baja como de alta producción (Ceballos *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2016).

Salgado *et al.* (2008) encontraron una correlación positiva entre la variación de la condición corporal y la producción de leche ($r=0,81$; $p < 0,05$) en vacas de doble propósito, con 4 de CC al parto.

Estudios realizados por Álvarez *et al.* (2018) demuestran que la condición corporal en el momento de secado, el número de lactancia y la edad al parto influyeron significativamente (p

$< 0,01$) en la producción de leche a los 305 días. Si se incrementa un punto la CC durante el secado por encima de la ideal (3,0 a 3,5), impactaría negativamente en la producción de leche. Las vacas manejadas en sistemas con asociación de *M. maximus* y *C. nlemfuensis* con *L. leucocephala*, cuando paren con una condición corporal entre 3 y 3,5 (en la escala de 0-5), tienen una producción de leche superior (entre un 20 y 25 %) con respecto a las que paren con una CC inferior a 2,5, o superior a 3,5 (López *et al.*, 2012). En tanto, la eficiencia reproductiva, medida a través del intervalo parto-gestación y el número de servicios por gestación, es superior en las vacas con CC entre 3,0 y 4,0, si se compara con una CC inferior (López, 2002).

Según López *et al.* (2015a), en el PLL las asociaciones de pastos mejorados con *L. leucocephala* presentan una elevada oferta de pasto (≥ 50 kg/vaca/día) de buena calidad nutricional. Ello permite que las vacas Holstein x Cebú tengan una buena condición corporal (3,0-3,5), lo que mejora los indicadores productivos y reproductivos en el rebaño.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1 Aspectos generales

Para una mejor comprensión del trabajo se elaboró un esquema con los estudios que se ejecutaron en la tesis (figura II.1), donde se muestran los estudios efectuados y las principales mediciones realizadas en cada uno de ellos para dar respuesta a la hipótesis de trabajo.

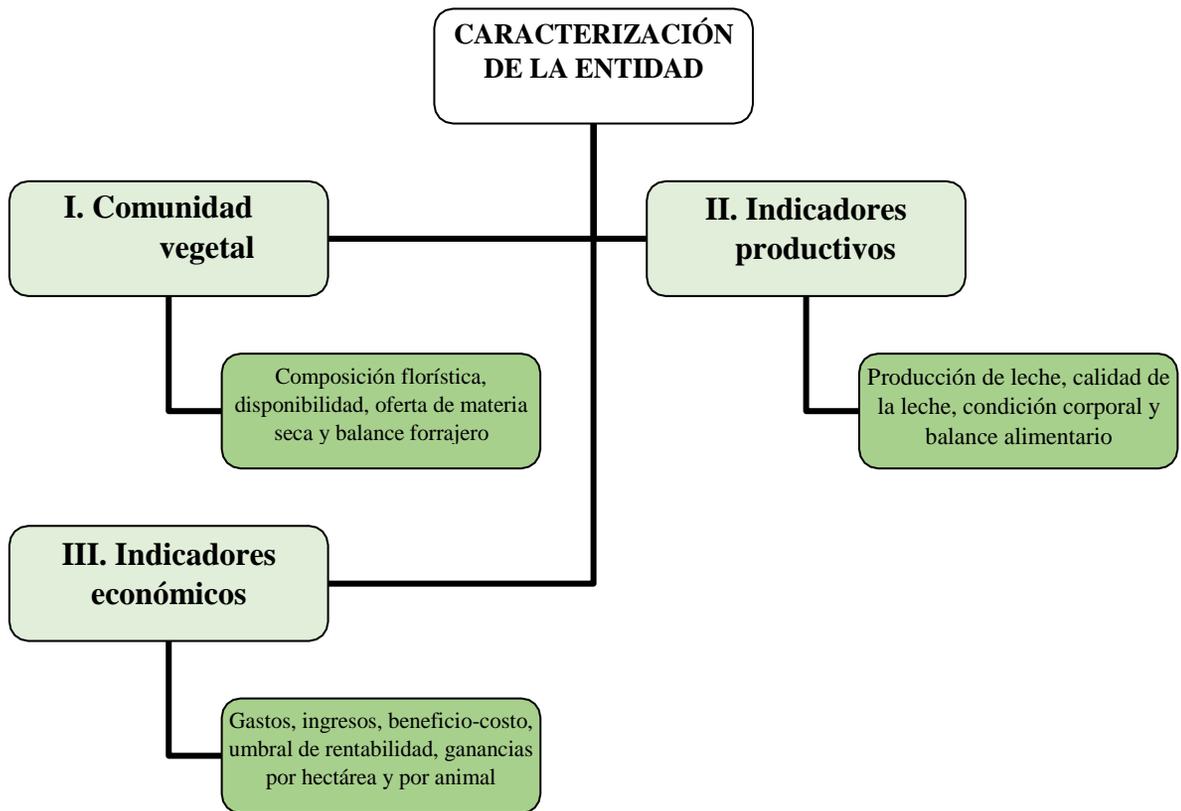


Figura II.1. Secuencia de trabajo para la caracterización de los indicadores de la comunidad vegetal, el comportamiento productivo y económico de la entidad.

Fuente: Elaboración propia

II.1.1 Ubicación del estudio

El estudio se desarrolló en la vaguería 117, ubicada en la granja Súper vaca, perteneciente a la Empresa Genética Pecuaria de Matanzas (EGPM), la cual se encuentra situada en zonas aledañas al municipio de Limonar, Provincia de Matanzas.

II.1.2 Características de la unidad

La vaquería es una unidad típica para 120 animales y cuenta con un área total de 72,4 ha, distribuida en un área forrajera de 10,8 ha. También cuenta con un área de 57,8 ha de pastoreo, distribuidas en 29 cuarterones de 1,9 ha. La unidad posee un área de autoconsumo de 0,8 ha.

Las instalaciones ocupan 1 ha, conformadas por dos naves de sombra de 200 metros cuadrados, un almacén, la casa del vaquero, la sala de espera y sala de ordeño mecanizado con un equipo de Alfa Laval de 4 plazas, un tanque de refrigeración, un cepo y un cuarto para el control técnico. El agua proviene de un pozo local con una turbina y la distribución es por una red de mangueras que llega a todas las naves y bebederos.

II.1.3 Características edafoclimáticas

El suelo de la unidad es ferralítico rojo (Hernández *et al.*, 2015) y el relieve es ligeramente ondulado. La temperatura media es de 25,5 y 22,4 °C para el período lluvioso (PLL) y el poco lluvioso (PPLL), respectivamente (tabla II.1).

Tabla II.1. Comportamiento de las variables climatológicas por época del año.

Variable	PLL	PPLL
Temperatura promedio, °C	26,5	22,4
Humedad relativa promedio, %	79,6	73,5
Precipitación acumulada, mm	1 338,8	222,4
Evaporación, mm	198,1	186,2
Velocidad del viento máximo,	64,3	55,5
Velocidad del viento promedio, km/h	6,3	8,2
Nubosidad promedio, octavos	3,3	2,4

PPLL: período poco lluvioso PLL: período lluvioso

II.1.4 Manejo y alimentación de los animales

Los animales se ordeñan dos veces al día de forma mecanizada a las 3:00 a.m. y se les suministra concentrado a razón de 580 g/animal. Posteriormente, salen a pastoreo hasta las 9:00 a.m., hora en que regresan a las naves de sombra donde se suplementan con *S. officinarum*. A las 3:00 p.m. se ordeñan y después retornan nuevamente al pastoreo hasta el otro día en que comienza el ordeño de la madrugada. Las vacas que se encuentran en la categoría de secas y gestantes también se alimentan a base de pastos y forrajes. La raza predominante son cruces de padres Mambí de Cuba con madres Holstein X Cebú. El sistema utilizado es el pastoreo rotacional.

II.2 Composición florística del pastizal, disponibilidad y balance forrajero

Composición florística del pastizal. Se estimó por el método de los pasos (Anón 1980). Para ello se dividirá el cuartón en dos franjas y se caminará por cada una de ellas. Cada dos pasos, el observador clasificará la especie de pasto que coincida con la punta de su zapato izquierdo. Esta medición se realizó en el período lluvioso y poco lluvioso.

Disponibilidad de pasto. Se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990), que consiste en la estimación de la disponibilidad de pasto utilizando la altura media del pastizal. Los muestreos se realizarán a la entrada y la salida de los animales de cada cuartón y se efectuarán 80 observaciones por hectárea.

Balance forrajero. Durante el diagnóstico se efectuaron mediciones para calcular el balance forrajero, de acuerdo con los animales y sus categorías, según la época del año.

II.3 Indicadores productivos, calidad de la leche y condición corporal, en función del bimestre de producción y período del año

Producción de leche. Se realizó el pesaje de leche al 100 % de los animales en ordeño por época para determinar la producción por vaca en ordeño. Además, se analizó la influencia del bimestre de producción y la época del año en la producción de leche durante el estudio.

Curva real y potencial. Se calculó con la producción de leche obtenida en la vaquería, agrupada por bimestre de producción. Además, se calculó la eficiencia de producción a través de las recomendaciones propuestas por Senra (1982).

Monitoreo de la condición corporal. Se realizó con frecuencia mensual al 100 % de las vacas en ordeño y ganado seco en una escala de 1 a 5 mediante la metodología de la inspección visual y la palpación, según la cantidad de tejido graso subcutáneo en áreas específicas, propuesta por Álvarez (2018). Se controlará el índice de CC al parto y en el día de muestreo. Los resultados se analizaron por época. Para su

interpretación se utilizó la estadística descriptiva con el empleo de tablas y gráficos.

Balance alimentario instantáneo. Se calculó el balance alimentario instantáneo para las vacas en experimentación, de acuerdo con los resultados obtenidos según los nutrientes aportados en las dietas utilizadas. Para la interpretación de los resultados se utilizó la estadística descriptiva con el empleo de tablas y gráficos. Para la estimación de las variables se usaron las tablas contenidas en el manual elaborado por Anon (2000).

Calidad de la leche. Las muestras se obtuvieron por época. Se muestreó 100 % del total de vacas en ordeño y se determinó el porcentaje de grasa, el contenido de proteína, lactosa y los ST por el método infrarrojo (FIL-141: B, 1997) mediante el MilkoScan 104 A/S Foss Electric en el laboratorio de nutrición animal de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

II.4 Indicadores económicos

Se realizó con información de la vaquería y la granja y se calcularon los siguientes indicadores:

- $\text{Ingresos brutos} = \text{ingresos totales} - \text{gastos fijos}$
- $\text{Gastos totales} = \text{gastos fijos} + \text{gastos variables totales}$
- $\text{Flujo de caja} = \text{ingresos totales} - \text{gastos totales}$
- $\text{Gastos/ha} = \text{gastos totales} / \text{total ha}$
- $\text{Gastos/vaca} = \text{gastos totales} / \text{total vacas}$
- $\text{Ganancia/ha} = \text{flujo de caja} / \text{total ha}$
- $\text{Ganancia/vaca} = \text{flujo de caja} / \text{total vacas}$
- $\text{Relación beneficio/costo} = \text{ingresos brutos} / \text{gastos totales}$
- $\text{Costo kg de leche} = \text{gastos totales} / \text{volumen de producción}$

- Rentabilidad neta sobre ingresos = beneficio después de impuesto / ventas netas x 100 %
- Precio de venta y umbral de rentabilidad
- Umbral de rentabilidad= coste fijo total / margen de contribución
- Margen de contribución. Según la fórmula margen de contribución = (Ingresos– Costos variables) / Ingresos
- Margen = ingresos totales – costo de los productos
- Margen porcentual= utilidad bruta / ingresos totales x 100.

II.5 Análisis estadístico

A los valores porcentuales de la composición florística se les realizó una distribución de frecuencias por período del año. Se aplicó a las variables producción de leche, días de lactancia promedio, estado reproductivo del rebaño, análisis de varianza, previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad por el test de Levene y la prueba *Kolmogorov-Smirnov*, respectivamente. Para hallar las diferencias entre las variables en estudio se consideró como efecto el bimestre de producción y la época del año y se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan para detectar las desigualdades entre media. En el caso de la condición corporal y las variables de la calidad de la leche, se compararon mediante la *T-Student* para medias independientes. El programa estadístico empleado fue el SPSS® Statistic versión 22.

CAPÍTULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN

III. 1 Caracterización de la comunidad vegetal

En la figura III.1 se muestra la composición florística por período del año. Se observó que los pastos naturales se mantuvieron por encima de 50 % y predominaron las especies *Paspalum notatum* Alain ex Flüggé y *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf. Esta proporción de pastos es desfavorable, si se quieren lograr buenos resultados productivos a base de pastos y forrajes.

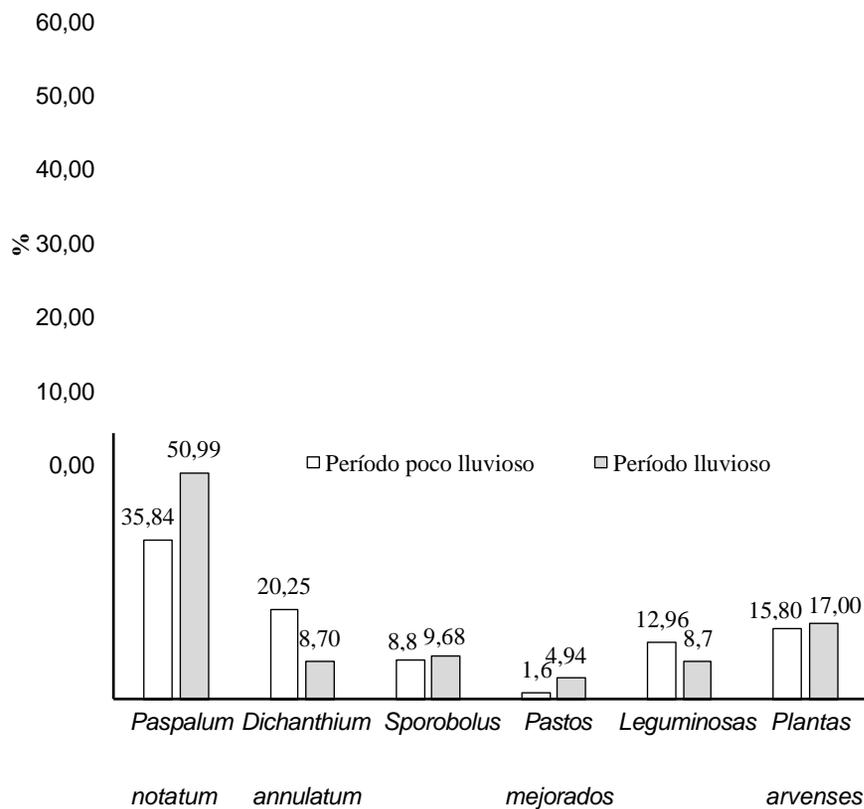


Figura III.1. Composición florística del pastizal por período del año.

Las gramíneas naturales se caracterizan por una baja producción y valor nutritivo, lo que unido a las bajas precipitaciones produce desbalance en el rendimiento entre los períodos del año, lo que repercute en el comportamiento productivo de los animales, que no cubren sus requerimientos nutricionales, lo que coincide con lo descrito por Olivera *et al.* (2003) y López *et al.* (2018).

Las leguminosas *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey (glicine) y *Teramnus labialis* (L.F.) Spreng (teramnus) aparecieron de forma espontánea en los cuartos. Sin embargo, su población durante el tiempo de evaluación fue baja en ambos períodos, ya que cuando se

utilizan cargas por encima de 1 UGM/ha, tienden a disminuir las leguminosas herbáceas en el pastizal como producto del pisoteo y por la selección que realizan los animales. A su vez, los valores más altos corresponden al período poco lluvioso, lo cual se debe al sendero fotosintético de las leguminosas, que son plantas C3 y se comportan mejor cuando disminuyen la radiación solar y la temperatura, contrario a las gramíneas que son C4 y necesitan más intensidad de luz para su crecimiento.

Las especies arvenses representaron cerca del 30 % del área muestreada, lo que es desfavorable. Y esto es porque los animales no son capaces de consumir estas plantas y por tanto, desarrollan su ciclo vegetativo hasta alcanzar su maduración, que culmina con la incorporación de sus semillas al suelo, lo que propicia su proliferación en detrimento del pasto. También pudiera enmascarar la disponibilidad de alimento realmente consumible en la unidad. En la tabla III.1 se muestra el comportamiento de la disponibilidad de biomasa y oferta de materia seca (MS) en el sistema por período del año. Los mayores valores se hallaron en el período lluvioso (2,86 t/ha) y el menor valor, en el período poco lluvioso (1,79 t/ha).

Tabla III.1. Disponibilidad, oferta y altura del pastizal por época del año.

Período	MS, t/ha	Oferta, kg de	
		MS/animal/día)	Altura del pasto, cm
Período lluvioso	2,86	15,8 9	15,9
Período poco lluvioso	1,79	9,96	6,5

Esto se debe a la estacionalidad de los pastos, ya que en el período poco lluvioso disminuyen las precipitaciones, la radiación solar y las temperaturas, factores que influyen en el crecimiento de las plantas. A ello se le adiciona el alto porcentaje de pastos naturales en el pastizal, que presentan bajos rendimientos, además de que no se aplican atenciones culturales en la unidad.

La oferta de materia seca en ambos períodos del año no sobrepasó los 16 kg de MS/animal/día (tabla 1), valor que se considera bajo en sistemas con vacas lecheras. Este resultado difiere de lo que señalan Stobbs (1978) y Milera (2014), quienes plantean que la disponibilidad diaria por animal en los pastos tropicales debe estar entre 35 y 55 kg de MS/animal/día para que sea utilizado aproximadamente 40-45 %, y no decline la producción de leche.

La altura del pasto, factor de gran importancia como componente fundamental de la disponibilidad, varió de 6,5 a 15,9 cm. La mayor altura del pasto fue en el período lluvioso, atribuible fundamentalmente a los valores más altos de temperatura y precipitaciones que son característicos de esta época del año (tabla II.2) y que determinan que exista una relación positiva entre la disponibilidad y la altura del pasto. Por otra parte, la baja altura detectada durante el período poco lluvioso indica un sobrepastoreo en las áreas.

La baja disponibilidad de alimentos limita la selectividad y el cumplimiento de los requerimientos nutricionales de los animales, lo que afecta el consumo voluntario. Y esto es porque las porciones más maduras y fibrosas de las plantas son consumidas, afectando el contenido nutricional de la dieta y en efecto, la productividad del animal, lo que coincide con lo planteado por Tarazona *et al.* (2012). Estos autores explican que usualmente los animales prefieren las hojas y los tallos tiernos, debido a que son más digestibles y nutritivos, por lo cual las plantas maduras son rechazadas.

Las hojas se consumen en mayor cantidad que los tallos, debido a que contienen menores niveles de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina y, por ende, presentan menor resistencia al corte y masticación (Ray *et al.*, 2016; Baldini *et al.*, 2017).

En la tabla III.2 se presentan algunos de los indicadores de manejo del pastizal. Los valores de carga se encuentran altos, si se considera que en el sistema predominan los pastos naturales, lo que limita la oferta de MS de los animales y por ende, la productividad animal.

Tabla III.2. Comportamiento del manejo en el sistema.

Indicador	Valor
-----------	-------

Unidad de ganado mayor, UGM	76,5
Carga global, UGM/ha	1,1
Carga efectiva, UGM/ha	1,3

Los resultados del estudio difieren de lo descrito por García Trujillo (1983) para los lugares con predominio de los pastos naturales sin fertilización, y donde no se posea una fuente de forraje. Esta debe oscilar entre 0,5-1,0 UGM/ha, por lo que se hace necesario disminuir la carga para lograr que los animales tengan mayor oferta de pasto (30-35 kg de MS/ha/año) y lograr mayor tiempo de reposo del mismo, lo que puede favorecer la rehabilitación de las especies mejoradas.

En términos generales, la carga que se debe emplear en el período lluvioso es aquella que permita que los animales cubran sus requerimientos casi en su totalidad con el pasto. Mientras, en el PPLL es necesario cubrir parte de ellos con otras fuentes de alimento, para de esta forma suplir el déficit de pasto que ocurre en esta época. La carga animal es un elemento importante a establecer en cualquier pastoreo para que los animales realicen el mayor consumo de pasto (Roca y González, 2014).

Lo anterior fue comprobado por Milera y Machado (2011), quienes observaron al comparar dos tiempos de estancias (3,5 y 7 días) con tres cargas de animales (2,5; 3,5 y 4,5 vaca/ha) que el uso del menor tiempo de estancia y la carga más baja no solo permitió alcanzar la mayor producción de leche (9,4 kg/vaca/día) y persistencia del pasto (82 %), sino que fue posible segregar el 43% del área para ensilar.

Esta variable tiene un peso significativo en la eficiencia de los sistemas lecheros en pastoreo, debido a que el establecimiento de una carga adecuada es el punto más crítico para lograr elevada utilización de nutrientes, mantener un pasto de calidad y cubrir la mayor parte de las necesidades durante toda la lactación del animal. Esto permite mejorar la producción de leche

individual de las vacas, ya que este indicador determina la producción de leche por animal y por unidad de área, y es uno de los factores efectivos en un sistema de manejo para incrementar la eficiencia de utilización de los pastos (Roca y González, 2014; Delgado, 2017).

Hidalgo (2011) y López (2013) resaltaron que el uso de bajas cargas determina la subutilización de los pastos. Por el contrario, si la carga es alta se manifiesta mayor utilización del pasto en la época de abundancia. No obstante, la disponibilidad de alimentos será insuficiente para cubrir los requerimientos en el resto del año, lo que podrá determinar un sobrepastoreo.

Las tablas III.3 y III.4 muestran el balance forrajero de la unidad por período del año donde se evidencia las necesidades de alimento voluminoso con relación a la masa ganadera, donde se aprecia que la producción de pastos no puede satisfacer las necesidades de MS de los animales durante todo el año.

La mayor deficiencia se produce en el PPLL con un valor de 5,4 kg de MS/vaca/día debido a que más del 80 % del área total se distribuye en pastos naturales y plantas arvenses (anexo 1) en las áreas de pastoreo además de que no existe bancos forrajeros y la unidad depende de insumos externos, sumándole la no utilización de labores culturales en el área de pastoreo; lo cual coincide con lo informado por Quintuña *et al.* (2019) quienes plantean que la productividad de los pastizales está muy relacionada con la variedad de pasto que se utilice, el nivel de fertilización, el uso o no de riego y el manejo a que sea sometido.

Por lo que afecta la preñez y la lactancia, estas etapas representan un considerable incremento en la demanda de energía; sin embargo, tiene diferentes efectos en el consumo voluntario de forraje, ya que un animal gestante se encuentra físicamente con menor capacidad digestiva a consecuencia del crecimiento uterino y la compresión del rumen lo que coincide con lo reportado por Salazar-Carranza *et al.* (2014). De ahí que son los más afectados cuando hay baja disponibilidad de alimentos de calidad como este caso (anexo 2).

Tabla III.3. Necesidad de alimentos voluminosos con relación a la masa ganadera por período del año.

Período	Oferta, t de MS	% utilización	Utilización, t de MS	Necesida de s, t de MS	Sobrante o déficit/época, t de MS	Sobrante o déficit/día, t de MS	Sobrante o déficit/UGM/día, kg de MS
PLL	156,8	60	94,1	137,7	-43,6	-0,24	-3,2
PPLL	79,8	80	63,8	137,7	-73,9	-0,41	-5,4

PLL: Período lluvioso, PPLL: Período poco lluvioso

Tabla III. 4. Balance forrajero de la unidad por período del año.

Período	Consumo, kg MS/UGM/dí a	Oferta pastos, kg MS/UGM/día	Sobrante o déficit, kg MS/vaca/día)	Sobrante o déficit, %
PLL	10	6,8	-3,2	-31,68
PPLL	10	4,6	-5,4	-53,65

PLL: Período lluvioso, PPLL: Período poco lluvioso

Por otra parte, los forrajes con bajas digestibilidades limitan el consumo voluntario debido a su lento tránsito por el rumen y su paso por el tracto digestivo donde el contenido de FDN pueden afectar el consumo, debido a que tienen una relación directa con el efecto de llenado del rumen, estudios realizados por Ray *et al.* (2016) plantean que existe un punto en el cual el consumo se estabiliza o bien tiende a decrecer, esto se observa cuando la digestibilidad excede de 66 %, por lo que cuando se presenta un exceso en la oferta de los requerimientos nutricionales o se deprime la absorción de nutrientes por alguna circunstancia, afectando el consumo de materia seca.

Por lo que es de vital importancia que 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 pueden desempeñan un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, el cual se utiliza por las gramíneas en la asociación (Lamela *et al.*, 2010).

Los sistemas silvopastoriles son una opción en la producción pecuaria que involucra la presencia de plantas leñosas perennes que interactúan con forrajeras herbáceas y animales bajo un sistema de manejo integral, lo que incrementa la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo, lo que revela aumentos en la producción de leche cuando se introducen asociaciones de gramínea-leguminosa garantiza mejor calidad del forraje, mayor proteína bruta y digestibilidad con respecto a los monocultivos constituidos solamente con gramíneas (López- Vigoa *et al.*, 2017).

En este sentido, Peniche *et al.* (2014) hallaron una producción de leche de 11,9 kg/vaca/día en vacas Holstein x Cebú, con acceso a una asociación de *L. leucocephala*. A su vez, López-Vigoa *et al.* (2017) argumentaron que los sistemas silvopastoriles brindan una alta disponibilidad de biomasa comestible para el ganado, que equivalen a una dieta de 11 a 16 % de proteína bruta, y que permiten producciones de leche de 10-12 kg/vaca/día y entre 3 000 y 16 000 kg/ha/año.

III. 2 Indicadores productivos y de calidad de la leche

Como se puede observar en la tabla III.5, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre el promedio de producción de leche que manifestaron las vacas en el bimestre julio-agosto (8,24 kg/animal/día) con respecto al que presentaron en los bimestres noviembre-diciembre (4,80 kg/animal/día) y enero-febrero (6,03 kg/animal/día). En el resto de los bimestres las vacas manifestaron producciones de leche intermedias sin diferencias significativas debido a que en el PLL mejora la disponibilidad de materia seca de los pastos, lo cual permitió una mayor oferta por animal por día con relación al PPLL, lo que permitió incrementar la capacidad de selección de los animales y presentar un mejor comportamiento productivo.

Tabla III.5. Efecto del bimestre de producción en la producción de leche por vaca por día.

Efecto		Producción de leche, kg/animal/día	ES \pm	Valor - P
Bimestre de Producción	EF	6,03 ^c	0,20 8	0,001
	MA	5,33 ^d	0,21 5	
	MJ	6,94 ^b	0,191	
	JA	8,24 ^a	0,252	
	SO	6,66 ^b	0,20 9	
	ND	4,80 ^d	0,18 2	
	PLL	7,22	0,12 8	
Época				0,025
	PPLL	5,39	0,11 8	

a, b, c y d: valores con superíndices diferentes difieren para $p < 0,05$

En el caso del comportamiento por época se observaron diferencias significativas con los mayores valores en el PLL con respecto al PPLL (tabla III.3), debido que hubo baja disponibilidad de pastos, alta carga animal y predominio de los pastos naturales.

Según Ku *et al.* (2014), durante el PPLL el pasto contiene baja concentración de proteína bruta alta concentración de fibra neutra detergente (FND), baja digestibilidad aparente y por tanto, baja concentración de energía metabolizable (EM), por lo que en esta etapa el consumo de materia seca (MS) de los rumiantes se reduce, y no pueden cubrir sus requerimientos de EM para el mantenimiento. Esto se traduce en un balance energético negativo y en pérdidas de peso, lo que repercute en bajas producciones de leche por vaca.

Como se puede observar en la tabla III.6, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los días de lactancia promedio entre los diferentes bimestres de producción. Los valores más adecuados se encontraron en los bimestres julio-agosto, septiembre-octubre, noviembre- diciembre, que no difirieron entre sí (entre 150-170).

Estos valores coinciden con lo informado por Macciotta *et al.* (2011), quienes recomiendan que la lactancia media del rebaño se debe mover de 150 a 170 días. Superior a los 170 días significa que los días abiertos están alargados y, por tanto, el intervalo parto-parto se encuentra también aumentado y con ello, el promedio de litros vaca/día es bajo. El resto de los bimestres se encontraron por debajo de este valor, sin diferencias significativas entre ellos. Además, no se encontraron diferencias para este indicador por período del año.

Tabla III.6. Efecto del bimestre de producción en la lactancia promedio por vaca por día.

Efecto		Lactancia media, días	ES \pm	Valor - P
Bimestre de producción	EF	141 ^{bc}	6,53 5	0,000
	MA	134 ^c	6,42 9	
	MJ	155 ^{bc}	6,89 9	
	JA	163 ^{ab}	7,12 8	
	SO	169 ^a	6,27 5	
	ND	169 ^a	7,15 6	
Época	PLL	162	3,79 1	0,310
	PPLL	148	3,74 9	

a, b y c: valores con superíndices diferentes difieren para $p < 0,05$

En la figura III.2 se muestra el comportamiento potencial mínimo esperado de las vacas (curva potencial) durante el estudio. Se observó que los animales alcanzaron el pico de producción de leche en la séptima semana después del parto (60 días), lo que se corresponde con las características productivas de las vacas y del racial. Además, se pudo apreciar que la producción de leche se incrementó hasta alcanzar el pico de producción, y decreció linealmente con el incremento de los días de lactancia, lo que coincide con lo descrito por Andresen (2012).

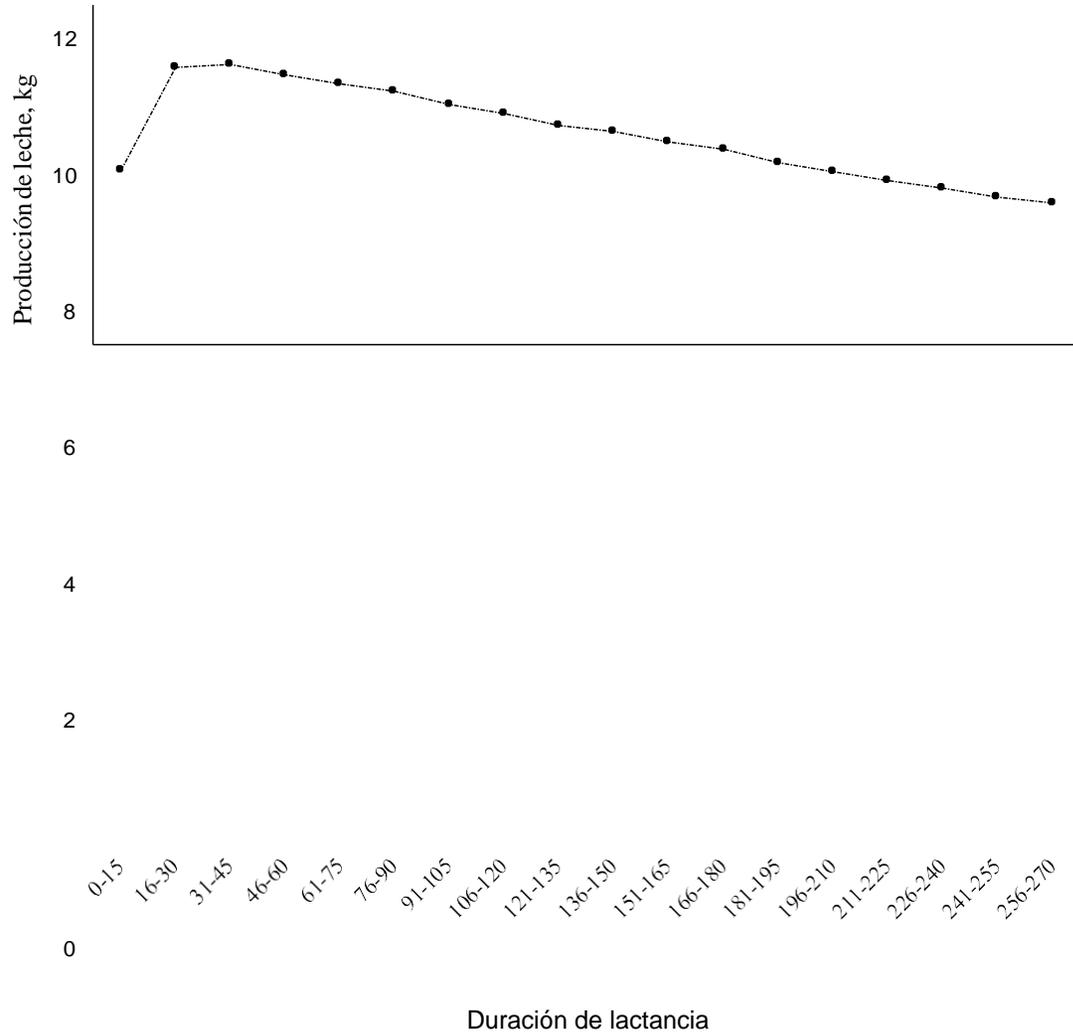


Figura III.2. Curva potencial de la producción lechera durante el estudio.

En la figura III.3 se muestran los valores de eficiencia de la producción de leche. El mejor comportamiento corresponde con los bimestres comprendidos en el PLL, ya que estuvieron por encima de 85 %. Sin embargo, en los bimestres del PPLL, fueron bajos. En el bimestre enero- febrero y marzo-abril, se registró 71,94 y 38,83 %, respectivamente.

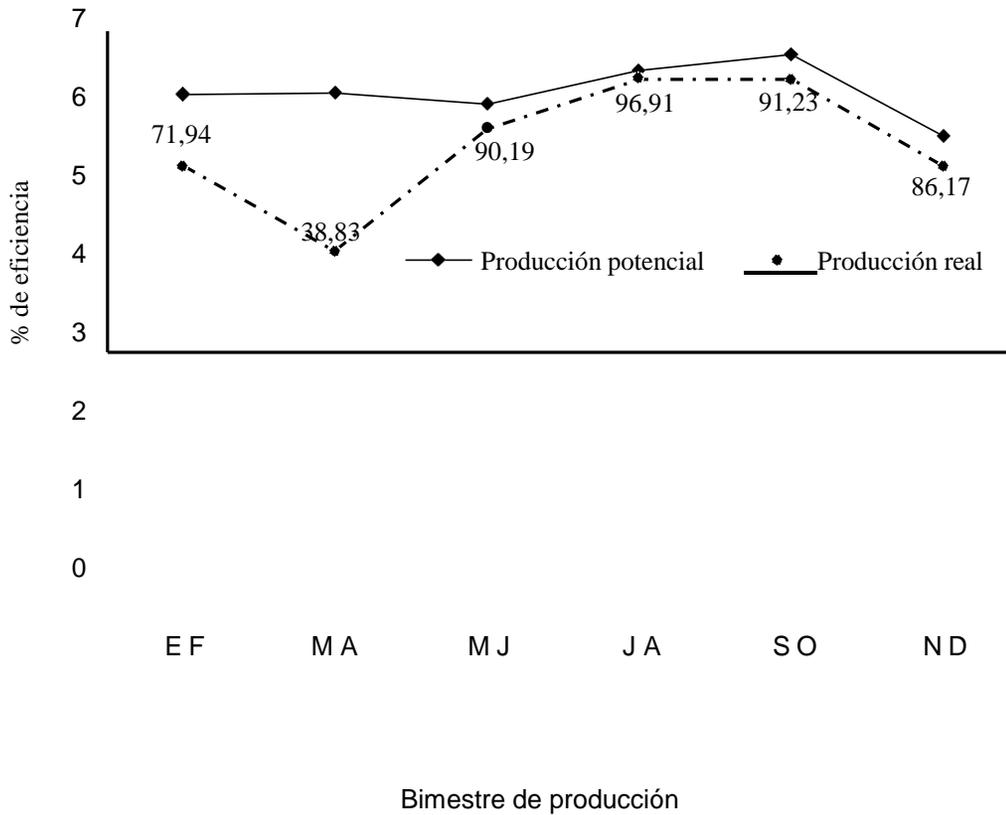


Figura III.3. Eficiencia productiva del rebaño lechero.

El mejor comportamiento en la producción de leche se obtuvo en el bimestre julio-agosto, en el cual se logró la mayor producción individual y eficiencia productiva. Este bimestre se corresponde al PLL, mientras que la menor eficiencia se constató en PPLL. En esta época hubo, además, baja disponibilidad del pasto (tabla III.3) y su calidad fue mala.

Lo anterior se debe a que durante el PPLL la disponibilidad de pasto fue baja, con alto porcentaje de pastos naturales de mala calidad. De ahí que los animales no tienen oferta de MS para cubrir sus requerimientos de PB y EM, lo que se traduce en un balance energético negativo, pérdidas de peso y disminución de la producción de leche (Campos *et al.*, 2020).

La eficiencia más baja ocurrió en el bimestre marzo-abril (30, 38 %), que coincide con el bimestre de más bajo número de vacas recentinas y bajo por ciento de vacas en ordeños, lo que afecta la producción lechera.

Al analizar el balance alimentario de los animales en producción (tabla III.7), se comprobó que no se cubrieron los requerimientos de los animales durante todo el año. Esto indica que el pasto ocupó un bajo porcentaje en la dieta, ya que la disponibilidad durante este período de estudio no sobrepasó los 16 kg/animal/día, lo que incide directamente en los resultados productivos.

Tabla III.7. Balance alimentario por período del año

Período poco lluvioso							
Alimento	Consumo, kg de MS	EM, Mcal/kg g MS	PB, g/kg MS	PDIN, g/kg MS)	PDIE, g/kg MS	Ca, g/kg g MS	P, g/kg MS
Pasto	4,6	9,2	271,4	169,7	259,4	25, 3	18,9
Concentrado	0,54	1,5	100,4	59,9	51,3	2,2	2,8
Sal-mineral	0	0	0	0	0	8,5 2	3,25
Requerimientos	10,0	19,2	615,2	448,2	448,2	31, 8	21,7
Aporte total	5,14	10,7	371,8	139,2	310,7	0	0
Diferencia	-4,86	-8,5	-243,4	-309	-137,5	0	0
Período lluvioso							
Pasto	6,8	13,4	462,4	283,6	401,9	36, 7	39,4
Concentrado	0,54	1,5	100,4	59,9	51,3	2,2	2,8
Sal-mineral	0	0	0	0	0	7,6	18,3
Requerimientos	10,5 0	24,8	936,4	662,3	662,3	46, 5	25,2
Aporte total	7,34	14,9	562,8	334,9	453,2	38, 9	60,5
Diferencia	-3,16	-9,90	-373,7	- 328,0	-209,10	0	0

Se necesita la siembra de bancos forrajeros para lograr mejores niveles de producción de leche, ya que no se lograron cubrir los requerimientos de PB y EM. Según plantean Álvarez *et al.* (2019), la deficiencia de estos nutrientes en la dieta ocasiona retardo en el crecimiento y en la actividad ovárica, por lo que es de vital importancia el uso de bancos forrajeros, ya que estos garantizan alimento para el PPLL. De ahí la necesidad de que cada unidad productiva cuente con su autosuficiencia alimentaria, es decir, que tenga la base alimentaria necesaria, en cantidad y calidad, para la alimentación de su rebaño durante todo el año (Ruíz-Albarrán, 2012).

El empleo de variedades mejoradas es una opción para favorecer la alimentación de los animales en los ecosistemas ganaderos en el trópico. La siembra de bancos forrajeros mixtos o el establecimiento de los sistemas silvopastoriles son una opción en la producción pecuaria, debido a que incrementa la productividad, lo que garantiza una mayor calidad y disponibilidad de forraje con respecto a los sistemas basados en gramíneas solamente.

Cuando no se cubren los requerimientos de proteína y energía de las vacas, esto se convierte en una limitación para la producción de leche, debido a que el requerimiento energético de una vaca aumenta de 1 kg/día de glucosa durante el final de la gestación a 2,5 kg/día durante las tres primeras semanas posparto. Esto provoca una extensa movilización de tejido corporal, principalmente de sus reservas grasas, pero también de aminoácidos, minerales y vitaminas para suplir la demanda de nutrientes de la glándula mamaria en el proceso de la síntesis de leche (Bisinotto *et al.*, 2012; Ruíz-Albarrán, 2012).

La figura III.4 presenta el comportamiento de la condición corporal (CC) que dejó ver valores entre 2,55 y 2,77 para el PPLL y PLL, respectivamente. Estos valores son desfavorables si se quiere lograr que los animales expresen su máximo potencial, ya que las vacas producen la mayor cantidad de leche en el inicio de la lactancia, período en el cual hay una disminución de la CC con el consecuente balance energético negativo (BEN). Además, si las pérdidas de CC se mantienen, los animales pueden presentar fallas reproductivas como anestro, lo que constituye un factor determinante

de eliminación de una vaca del rebaño.

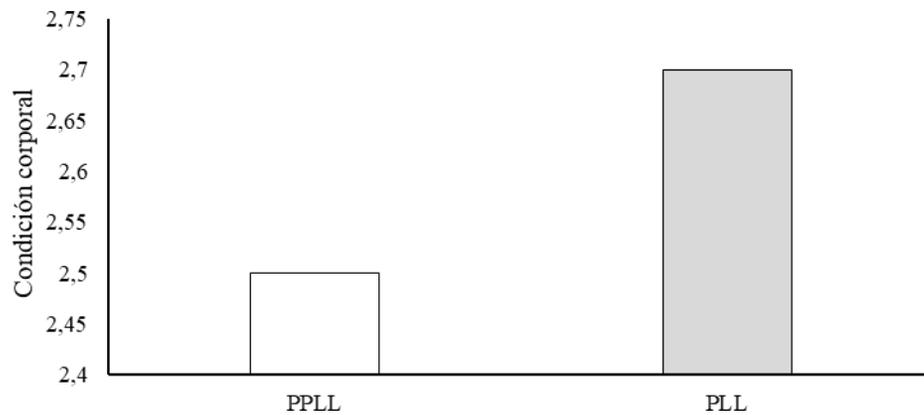


Figura III.4. Comportamiento de la condición corporal por época.

PLL: Período lluvioso, PPLL: Período poco lluvioso

Cuando el BEN se prolonga en el tiempo, se transforma en un verdadero factor de riesgo que compromete la salud, la producción y, fundamentalmente, la ovulación. Se puede presentar distocia, retención de placenta y enfermedades metabólicas. También se produce retraso de la involución uterina que influye negativamente en el rendimiento reproductivo del animal y es una de las causas del incremento del intervalo entre partos (Brito, 2010).

Las reservas corporales se consideran una fuente de energía importante para enfrentar el BEN. Esta situación ocurre al inicio de la lactancia, debido a la disminución del consumo, que es característico de esta etapa y la tendencia fisiológica de expresar su máximo potencial productivo. Además, es una muestra del plano nutricional al que está expuesto en un período determinado (López y Álvarez, 2005; Balarezo *et al.*, 2016).

La CC también es de utilidad para determinar la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia para movilizar sus reservas, sin que existan

problemas metabólicos, y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo (López *et al.*, 2007).

Álvarez *et al.* (2018) refieren que vacas con CC inferiores a 2,5 presentan mayor movilización de sus reservas grasas corporales localizadas en tejidos subcutáneos, intermusculares; en cambio, a las que lo tienen por encima de 3,75 en las etapas finales de lactación se les deben implementar prácticas de manejo adecuadas para mantener su CC.

Según Meikle *et al.* (2004), los animales con una CC favorable (3,0-4,0) presentan mayor capacidad para restablecer el BEN posparto, con respecto a los que tienen una CC desfavorable (<3 y >4).

En vacas secas, la CC óptima debe ser de 3,0 a máximo 3,75. El riesgo de problemas posparto puede ser abolido cuando las vacas tienen una CC de 3,5, pues una condición corporal muy baja en el período seco se asocia con incrementos en distocias (Mccarthy *et al.*, 2012).

Se plantea que este comportamiento se asocia a que vacas con una CC al parto, igual o inferior a 2,5, presentan inhibición de los pulsos hipotalámicos de GnRH (hormonas liberadoras de Gonadotropina), lo que determina una disminución en la liberación de LH (hormona luteinizante) por la hipófisis. Esto ocasiona un incremento del intervalo parto-primer servicio (IPPS) e intervalo parto-gestación (IPG), que afecta la eficiencia productiva del rebaño (Richards *et al.*, 1989).

En la tabla III.8 se ilustra el comportamiento del estado reproductivo del rebaño por bimestre. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre las vacas recentinas e inseminadas. El menor número de recentinas se halló en el bimestre septiembre-octubre, sin diferencias significativas entre marzo-abril y julio-agosto.

Tabla III.8. Efecto del bimestre de producción sobre el estado reproductivo del rebaño

Efecto		Recentina	Vacía	Gestantes	Inseminada	Total
					s	
	EF	16 ^a	21	40	21 ^a	105
	MA	8 ^{bc}	23	36	30 ^{ab}	102
Bimestre	MJ	11 ^b	24	33	26 ^{ab}	99
de	JA	9 ^{bc}	26	37	30 ^{ab}	104
producción	SO	7 ^c	25	39	35 ^b	107
n	ND	11 ^b	22	37	35 ^b	108
EE ±		0,788	1,781	7,533	1,723	1,739
Valor – P		0,002	0,981	0,960	0,115	0,223
Período	PLL	12	22	38	28	105
	PPLL	9	25	36	30	104
EE ±		1,501	3,586	3,906	3,500	3,535
Valor - P		0,151	0,016	0,366	0,795	0,005

a, b y c: valores con superíndices diferentes difieren para $p < 0,05$ PLL: período lluvioso, PPLL: período poco lluvioso

El período analizado se caracterizó por la distribución inadecuada de las categorías reproductivas, donde se observó alto número de hembras vacías durante el período de estudios y por ende, un bajo número de las hembras gestantes y recentinas. No obstante, las inseminadas se encuentran en los parámetros establecidos, resultado que coincide con lo descrito por Brito (2010), quien plantea que en las vaquerías los

animales inseminados deben estar entre 25-35 %, mientras que las vacas gestantes entre 50-60 %. A su vez, las recentinas representan 15-16 % y las vacías < 5.

En estos resultados pudieron influir las condiciones de manejo, una mala práctica de la inseminación artificial, la baja condición corporal (figura III.4) y la alimentación deficiente, que también tiene un efecto negativo en la aparición del celo posparto y en la fertilidad de las hembras, lo que trae consigo graves repercusiones para la efectividad del rebaño.

En estudios realizados por Butler (2000), este autor señala que la influencia de la alimentación en la reproducción se establece a nivel del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero, ya que una alimentación deficiente produce una depresión de la síntesis de GnRH (hormonas liberadoras de gonadotropina), y afecta la liberación de la hormona FSH y la frecuencia pulsátil de la LH (hormona luteinizante), lo que provoca disminución de la función ovárica y en consecuencia, anestros prolongados.

El incremento de vacas vacías implica menor número de vacas gestantes, una natalidad más baja, así como menor cantidad de leche producida. Esto incrementa los costos productivos y disminuye las ganancias, lo que se expresa en la ineficiencia reproductiva, productiva y económica del rebaño bovino lechero, criterios que coinciden con lo descrito por Vargas *et al.* (2015).

Avilés *et al.* (2002) informaron deficiente comportamiento reproductivo en rebaños lecheros caracterizados por la prolongación del intervalo entre partos y la baja natalidad. Mientras, Loyola (2004) señaló que más de 30 % de las hembras en la categoría de vacía presentaba actividad ovárica, lo que evidencia una deficiente detección del celo.

La tabla III.9 presenta los resultados de los indicadores físico-químicos correspondientes a las muestras de leche estudiadas por período del año. Según se observó, el contenido de grasa, proteína, ST y SNG cumple con los indicadores mínimos de calidad establecidos en la norma cubana NC 448 (2006), referida a las especificaciones de calidad para leche cruda.

Tabla III.9. Análisis de la calidad nutricional de la leche.

Indicador, %	Período del año		Valor - P
	PLL	PPLL	
	Media (\pm EE)	Media (\pm EE)	
Grasa	3,08 (\pm 0,348)	4,81 (\pm 0,881)	0,00 0
Proteína	3,08 (\pm 0,348)	3,08 (\pm 0,256)	0,32 8
Lactosa	4,22(\pm 0,307)	3,92 (\pm 0,432)	0,25 7
Sólidos totales	12,21 (\pm 1,421)	12,88 (\pm 0,811)	0,03 0
Sólidos no grasos	8,08 (\pm 0,523)	8,04 (\pm 0,446)	0,33 6

PLL: período lluvioso, PPLL: período poco lluvioso

Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios de grasa y ST, lo que pudo deberse a factores como el estado de lactación, la edad, el número de partos y la calidad del alimento consumido. Esto coincide con lo informado por Rodríguez (2015b), quien plantea que la duración de la lactancia es un factor que influye en la producción láctea como en su composición, ya que a medida que avanza la lactancia la producción de leche se reduce y aumentan las concentraciones de SNG, grasa y ST en la leche.

En este estudio, los resultados del contenido de grasa, proteína, ST y SNG son similares a los informados por Ponce (2009) y Martínez *et al.* (2013) para la raza Siboney de Cuba, cuando evaluaron la leche cruda de una cadena de producción de pequeños productores en otra provincia de Cuba.

Otros factores que pudieron tener efecto en la variabilidad de la calidad nutricional de la leche fueron la dieta, la salud, la época del año, la disponibilidad y la calidad de pasto, así como la producción de leche, la etapa de lactancia y el contenido de células somáticas (Saborio, 2011 y Gabbi *et al.*, 2013).

La concentración de la fibra en la dieta es un factor que pudo haber influido de manera directamente proporcional en la grasa, ya que cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche, debido a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas (Campabadal, 2013 y Rodríguez *et al.*, 2015).

Las alteraciones por mastitis pueden influir en la composición de la leche. Esto conduce a una disminución del valor nutritivo de los productos lácteos, especialmente con relación a la concentración de calcio. Además, la leche adquiere un sabor salado, debido al aumento de sodio y cloro y a la disminución del porcentaje de lactosa y la proteína, lo que causa alteraciones en el rendimiento industrial y el valor nutritivo de los productos lácteos, como los quesos y el yogurt (Ponce *et al.*, 2015).

Las vacas con altas producciones de leche presentan una dilución de los ST en la leche, por lo cual tendrán menores valores de grasa y proteína. Este factor se refleja en la etapa productiva de la vaca, lo que coincide por lo descrito por Gabbi *et al.* (2013).

El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) decrece progresivamente con la edad del animal. Así, en un ciclo de lactación, los SNG presentan una variación inversa a la curva de producción de leche. Es decir, durante el primer mes los SNG son altos, y disminuyen al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche, y vuelven a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye (Rodríguez *et al.*, 2015b; Marini y Di Masso, 2018).

Dietas con 17-17,5 % de proteína no afectan el porcentaje de grasa en la leche. Sin embargo, una cantidad insuficiente de proteína degradable en rumen produce disminución de la concentración de la grasa en la leche. Esto se debe a la reducción del amonio ruminal que favorece la replicación de organismos que digieren la fibra y producen sustratos para la síntesis de proteína y grasa en la leche (Álvarez *et al.*, 2012).

III.3 Principales indicadores económicos durante el período experimental

El estudio de los indicadores económicos en los sistemas productivos es de vital importancia para caracterizar las entidades productivas a escala comercial (Cino y Hernández, 2006).

La ficha de costo se muestra en la tabla III.10. Al analizar los conceptos de gastos, el mayor porcentaje lo constituyen los relacionados con la alimentación. Porque la disponibilidad de pastos es inferior a las 3 t de MS/ha, se necesita para cubrir los requerimientos de los animales la suplementación de las vacas durante todo el año.

Los valores de los ingresos totales en la etapa son superiores a los informados por Cruz (2002) en una vaquería comercial de 87 ha (52 172,32 pesos), donde no se aplicó riego ni fertilización y las especies predominantes eran pastos naturales y 26 % de *C. nlemfuensis*.

Tabla III.10. Ficha de costo de la unidad (CUP).

Indicador	2019
Gastos variables	146 706,38
Gasto de alimentación	92 134,42
Gastos en insumos de construcción	513,41
Gastos en medicamentos	2 114,68
Gasto energía y combustible	3 199,25
Gasto de salario	\$42 833,21
Otros gastos variables	5911,41
Gastos fijos totales	19 008,54
Gastos indirectos	43 402,71
Gastos totales	209 117,63
Ingresos totales	\$384 006,59

En la tabla III.11 aparecen los principales indicadores económicos de la entidad productiva durante los dos años del estudio. Se obtuvieron ganancias de 2 415,59 CUP/ha y 1 649,9 CUP/animal para el año 2019, las cuales son inferiores a las halladas por López (2002) en una asociación gramíneas leguminosas, quien refirió ganancias/ha de \$ 4 055,60 y por vaca de \$ 2 684,70 y mayor relación beneficio: costo (\$ 1,26), a pesar de que está demostrado que es rentable. Existen ganancias en la unidad, debido a que hay poca inversión en atenciones culturales al área pastoreo, lo que va en detrimento del comportamiento productivo de los animales.

Tabla III.11. Principales indicadores económicos.

Indicador	Año 2019
Costo/animal/día	5,4 0
Costo/ha	2 888,37
Costo/\$	17,47
Beneficio/costo	1,8 4
Flujo de caja	174 888,96
Ingresos netos	364 998,05
Ganancias/ha	2 415,59
Ganancia/animal	1 649,90

Estos resultados también son superiores a los que obtuvo Martí (2010) en una vaquería de 126 ha, con ganancias/vaca de 164,26 pesos, donde no se aplicó riego ni fertilización y las especies predominantes eran pastos naturales con nivel productivo inferior (68 121 kg). Es necesario precisar que en este estudio el racial era criollo, con menor potencial productivo que el del presente trabajo.

En la tabla III.12 se muestran los principales indicadores financieros. Los resultados son positivos, con 45,5 % de rentabilidad, lo que significa que cada 100 CUP invertido en la producción se obtienen entre 45 CUP de ganancias. Se obtuvo un margen de contribución de 0,62 pesos.

Tabla III.12. Análisis de los principales indicadores financieros (CUP).

Indicador	2019
Costos directos/ha	2 288,88
Ingresos netos/ha	5 041,41
Rentabilidad, %	45,54
Umbral de rentabilidad	30 760,21
Margen de contribución	0,62

Este comportamiento de los indicadores económicos y financieros se relaciona con el sistema de manejo, en el cual no se realizan inversiones ni atenciones culturales al área pastoreo (agregar materia orgánica, rehabilitación entre otras) y tampoco se introducen especies arbóreas en el pastoreo, entre otras. Y esto hace que los gastos sean bajos para el período de la caracterización.

Se debe tener en cuenta que la clave del éxito de un sistema está sustentada en el análisis dinámico de los indicadores económicos, lo que lleva implícito su eficiencia sobre la base de los indicadores biológicos de sostenibilidad. De ahí que, en esta unidad, a pesar de tener indicadores económicos favorables y el comportamiento productivo adecuado por el uso de alimentos fuera de la unidad, no son sostenibles en el tiempo porque no se invierte en la base alimentaria.

Cuba, al igual que el resto de los países de Latinoamérica, requiere que en el sector agropecuario se desarrollen una agricultura y una ganadería sostenibles, que se correspondan con las exigencias del contexto socioeconómico, productivo y ambiental cubano, además de que ocupen un lugar destacado en el producto interno bruto nacional, y que logren satisfacer las necesidades nutricionales de la población (Guevara *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

- La baja disponibilidad de pasto durante todo el año estuvo vinculada al predominio de especies naturales en la composición florística del pastizal, y no permitió que los animales expresaran su potencial productivo.
- Las mejores respuestas productivas se alcanzaron en el momento que se correspondió con el período lluvioso, aun cuando no se cubrieron los requerimientos nutricionales en todo el año.
- Los valores de condición corporal en las vacas en ordeños fueron bajos en ambos períodos del año.
- La ausencia de inversiones en el sistema de producción favoreció el comportamiento económico de la unidad, ya que los gastos fueron bajos y dependientes de insumos externos.

RECOMENDACIONES

- Utilizar esta tesis como material de consulta para estudiantes de pregrado y posgrado.
- Realizar inversiones que permitan transformar los pastizales con la introducción de especies mejoradas y plantas proteicas.
- Establecer la aplicación del balance forrajero y alimentario como herramienta del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. N. A.; Armas, P. J. L. & Viera, R. V. G. Manejo de asociaciones gramíneas-leguminosas en pastoreo con rumiantes para mejorar su persistencia, la productividad animal y el impacto ambiental en los trópicos y regiones templadas. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2 (2): 1-31. 2019.
- Álvarez, G.; Herrera, J. G.; Alonso, G. & Barreras, A. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44 (3): 237-242. 2012.
- Álvarez, J. D.; García M. E. C.; Rodríguez, F. G. & Figueroa, E. Corporal condition and its relationship with milk production and pregnancy in Holstein cows. *Anales Científicos*.79 (2): 473 – 476. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1258>. 2018.
- Andresen, H, A. Capítulo 3.2. La lactancia-Inducción de lactancia. Disponible en: andresen.perulactea.com/2008/08/05/capitulo-3-la-lactancia. 03/11/2019. 2012.
- Anon. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba.1980.
- Anon. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. Pastos y Forrajes. 23:105, 2000.
- Anzola, H.; H. Durán, J. Ricón, J. Martínez, & Restrepo J. El uso eficiente de los forrajes tropicales en la alimentación de los bovinos. *Rev. Cienc. Anim*, 7 (1): 11-132. 2014.
- Avilés, R.; Bertot, J.A.; Loyola, C. & Trejo, E. Evaluación de indicadores relacionados con la duración de la vida reproductiva útil de la hembra en rebaños bovinos lecheros. *Revista de Prod. Animal*, 14 (2): 71-73. 2002.
- Balarezo, L. R.; García-Díaz, J. R.; Hernández-Barreto, M. A. & García López, R. Metabolic and re-productive state of Holstein cattle in the Carchi region, Ecuador. *Revista Cuban Journal of Agricultural Science*, 50 (3): 381-392. SSN:

0034-7485. 2016.

Baldini, C.; Gardoni, D. & Guarino, M. A. Critical review of the recent evolution of Life Cycle Assessment applied to milk production. *Journal of Cleaner Production*, 140 (2): 421-435. 2017.

Benítez, L. A. Operaciones auxiliares en el cuidado, transporte y manejo de animales (UF0158). Madrid: IC Editorial. 2013.

Bisinotto, R. S.; Greco, L. F.; Ribeiro, E. S.; Martinez, N.; Lima, F. S.; Staples, C. R. & Santons, J. E. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction*, 9 (3): 260-272. 2012.

Brito, R. Fisiología de la Reproducción Animal con elementos de Biotecnología. La Habana, Cuba: Ed. Ciencia y Técnica. 2010.

Butler, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sc*, 60 (61): 449-457. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2) 2000.

Campabadal, C. Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. *Nutrición Animal Tropical*. 5 (1): 1026. 2013.

Campos Gaona, R.; David Morales, J. & Espinosa, N. Efecto de la suplementación nutricional sobre el balance energético en vacas lecheras en trópico bajo. *Revista Lasallista de Investigación*, 17 (1). 2020.

Castro-Rincón, Edwin; Cardona-Iglesias, Juan Leonardo; Hernández-Oviedo, Filadelfo & Valenzuela-Chiran, Martín. Efecto del ensilaje de *Avena sativa* L. en la productividad de vacas lactantes en pastoreo. *Revista Pastos y Forrajes*. 43 (2):150-158. Recuperado en 01 de octubre de 2020, en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942020000200150&lng=es&tlng=es. 2020.

Ceballos, A.; Gómez, P.M.; Vélez M.L.; Villa, N.A. & López, L.F. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Rev Colomb Cienc Pec*. 15 (1): 13-25. 2002.

- Cino, D. M.; Castillo, E. & Hernández, J. Alternativa de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. Indicadores económicos y financieros. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40 (1):25-29. 2006.
- Cino, Delia M. *et al.* Estudio económico preliminar de alternativas de producción de leche. *Rev. cubana. Cienc. agríc.* 33 (3): 3-11. 2004.
- Citolatti, F. G., & Lizarraga, S. E. Análisis de la calidad higiénica y sanitaria de la leche en un tambo de la localidad de Villa Valeria (córdoba). 2016. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4762/Cipolatti%20Lizarraga.%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20calidad%20higi%C3%A9nica%20y%20sanitaria%20de%20la%20leche..%20.pdf?sequence=1>. [Fecha de consulta:5/9/2020]
- Coffey, E.L.; Horan, B.; Evans, R.D & Berry. D.P; Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal- calving commercial farms. *J. Dairy Sci.* 99 (7): 5681-5689. 2016. doi:10.3168/jds.2015 10530.
- Corzo, M. J., Caballero, L. A., & Rivera, M. E. Factores que influyen en la composición y calidad microbiológica de la leche cruda almacenada en un centro de acopio. *Revista @ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16 (1): 86-97.2020
- Cruz, Daysi. Diagnostico técnico productivo en una vaquería comercial en la Empresa Pecuaria uta Invasora. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas, EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 85 p. 2002
- De la Ribera, JL Ramírez, Zambrano Burgos, D. A.; Campuzano, Janeth; Verdecia Acosta, D.M; Chacón Marcheco, E.; Arceo Benítez *et al.* "El clima y su influencia en la producción de los pastos." *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.* 18 (6): 1-12. 2017.
- De León, M. Las tres claves para potenciar los sistemas ganaderos: la utilización de pasturas, reservas forrajeras y suplementación estratégica. 2017. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/las-tres-claves-potenciar-t40676.htm>. [Fecha de consulta: 5/9/2020].

- Delgado, D. F. F. Estimación de la capacidad de carga del sistema de producción lechero de la vereda Fontibón del municipio de Pamplona. *Mundo Fesc*, 7 (13), 15-21. 2017.
- Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11 (1):1-42, 1955
- Edwards, G. R.; Bryant, R. H.; Smith, N.; Hague, H.; Taylor, S.; Ferris, A. & Farrell, L. Milk production and urination behavior of dairy cows grazing diverse and simple pastures. *New Zealand Society of Animal Production*. 75: 79–83. 2015
- Erazo, M. J. C. & Vera, S. M. M. Importancia sobre la producción y rentabilidad en la aplicación de sistemas silvopastoriles—casos de América Latina. *Revista SATHIRI*, 13 (2): 100-116. 2018.
- FAO. “Biannual report on global food markets”, *Food Outlook*, ISSN 978-92-5-131932-1. 2019.
- Fernández, A.F.A; Oliveira, J.A. & Queiroz, S.A. Escore de condição corporal en ruminantes. *Ars Veterinaria*. 32 (55): 66.2016. Doi: 10.15361/2175-0106.2016v32-n1p55-66.
- Gabbi, A. M.; McManus, C. M.; Silva, A. V.; Marques, L .T.; Zanela, M. B.; Stumpf, M. P. & Fischer, V. Typology and physical–chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agricultural Systems*, 121 (79): 130-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.07.004>. 2013.
- García, María. Evaluación de un sistema combinado de leucaena y gramíneas para la producción de leche. Trabajo de Diploma. Ing. Pec. Facultad Pecuaria. ISCAH. La Habana, Cuba. 64 p. 1982.
- García-Trujillo, R. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: *Los pastos en Cuba*. La Habana: EDICA, Tomo II, p. 247, 1983.
- González, G., Molina, B., & Coca, R. Calidad de la leche cruda. Disponible en: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/ [Fecha de consultada: 15 de mayo 2019]. 2010.

- Grant, D. R. & Patel, P. R. Changes of protein composition of milk by ratio of roughage to concentrate. *Journal Dairy Science*, 63 (5): 765-761. 1980.
- Guevara, G.; Guevara, R.; Curbelo, L. & Spencer, María. Evolución y eficiencia de los sistemas de producción de leche en un municipio de Camagüey, Cuba (1959 a 2002). *Rev. Prod. Anim.* 17:41. 2005.
- Guevara-Viera, R. V.; Lascano Armas, P. J.; Arcos Álvarez, C. N.; Guevara Viera, G. E.; Hernán Chancusig, F.; Armas Cajas, J. A. & Curbelo Rodríguez, L. M. *Leucaena leucocephala* cv Perú asociada con gramíneas en secano para ceba final bovina. *Revista de Producción Animal*. 30. (3): 22-28. 2018.
- Guevara-Viera, R. V.; Martini, A.; Lotti, C.; Curbelo, L.; Guevara, G. E.; Lascano, P.; Arcos, C.; Álvarez, M. C.; Torres, C.; Chancusig, F.; Armas, J.; Serpa, V. G. & Bastidas, H. Milk production and sustainability of the dairy livestock systems with a high calving concentrate pattern at the early spring. *REDVET*. 17(5), 2016. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050516.html>.
- Hernández, D.; Carballo Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. p. 214-217.1998.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta & Reyes, F. Manejo racional de multiasociaciones árboles- pastos. En: Milagros de la C. Milera, ed. *Andrés Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF-IH, p. 513, 2011.
- Hernández, D; Carballo, M; Fung, C & Mendoza, C. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. II. Efecto del tiempo de estancia. *Revistas Pastos y Forrajes*. 21. (2).1-6.1990b.
- Hernández, D; Carballo, M; García-Trujillo, R; Fung, C; Mendoza, C & Robles, F. Estudio del manejo de *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. III. variaciones en la disponibilidad de MS por área y su disposición vertical. *Revistas Pastos y Forrajes*. 13. (2): 171-177. 1990a.
- Hernández, M. & Sánchez, S. Evolución de la composición química y la macrofauna

edáfica en sistemas silvopastoriles. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción, La Habana, Cuba. 2006.

Hernández, R. & Armenteros, M. Manual de lechería: una mirada a la cadena productiva. ISBN 978-959-307-003-4. Editorial Asociación Cubana de Producción Animal de Cuba. 220 pp. 2011.

Hernández, R. & Ponce Ceballo, P. Effect of silvopastoral production systems on composition of milk from cattle. *Livestock Research for Rural Development*. Vol.16. No. (6), 43pp 2004. disponible en: www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/12/hern17136. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2019].

Hernández, R. Caracterización de la curva de lactancia y componentes lácteos del genotipo Siboney de Cuba en una granja ganadera de la Provincia de la Habana. *Revista Científica*, 18 (3): 291-295. 2008

Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.

Hernández-Rodríguez, R.; Armenteros-Amaya, M. & Silvera-Segura, K. Caracterización de la cadena de producción láctea en cuatro provincias de Cuba. Generalidades y descripción del contexto externo (I.). *Revista de Salud Animal*. 42. (1): 1-10. 2020.

Hidalgo, f.; Alvarado, M.; Vandecandelaere, A.; Chipantasi, L.; Pástor, C. Y. & Guishpe, V. Atlas: Tenencia de la Tierra en el Ecuador (primera ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: Miraflores. Recuperado el 22 de junio de 2019, de <http://es.scribd.com/doc/75466967/Atlas-Tenencia-de-la-tierra-en-Ecuador>. 2011.

Jiménez, M.N & Casanovas, E. Producción de leche y parámetros de calidad según tipo de Finca en el municipio de Cruces, *Agroecosistemas*. 2. (1): 238-46. 2014.

Jordán, H.; Traba, J, D.; Ruíz, T & Febles, G. Utilización de las leguminosas para cubrir el déficit de biomasa en la seca con vacas Holstein en pastoreo. En:

Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". Matanzas, Cuba: EEPF-IH, p. 230, 1998.

Ku Vera, J.C.; Briceño, E.G.; Ruiz, A.; Mayo, R.; Ayala, A.J.; Aguilar, C. F.; Solorio, F.J. & Ramírez, L., Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1):43-53. ISSN 0034-7485. 2014.

Lagos-Burbano, Elizabeth, & Castro-Rincón Edwin, "Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes." *Agronomía Mesoamericana*. 30. (3): 917-934. 2019.

Lamela, L. & Vega, Ana M. Comportamiento del rhodes gigante para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*.15. (3): 241. 1992

Lamela, L.; Soto, R.; Sánchez, T.; Ojeda, F. & Montejo, I. 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): 11. 2010.

Lamela, L; Soto, R; Sánchez, T; Ojeda, F & Montejo, I. 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):11. 2010.

Lemaire, G.; Franzluebbbers, A.; Carva-lho, P.C.F. & Dedieu, B. Integrated croplivestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.190: 4-8. 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2013.08.009.

López, G., Nuñez, J., Aguirre, L., & Flores, E. Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2): 396-409. 2018.

López, O. Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema silvopastoriles. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 2002.

- López, O. Manejo de Pasturas y Carga Animal. Managua: UNA. Recuperado el 22 de junio de 2019, de <http://es.slideshare.net/otoniellalopez/manejo-de-pasturas-y-carga-animal-otto>
_2013.
- López, O. y Álvarez, J. L. 2005. Consejos prácticos para alimentar y reproducir bien a nuestras vacas lecheras. *Revista ACPA*. 3 (37): 37. 2005.
- López, O., Lamela, L., Montejo, I. L. & Sánchez, Tania. Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes* 38(1):46-54, 2015a.
- López, O.; Lamela, L. & Sánchez, Tania. Influencia de la Condición Corporal al parto en el comportamiento reproductivo posparto. *Pastos y Forrajes*, 30 (2), 251-265. 2007.
- López, O.; Lamela, L.; Montejo, I. L.; Sánchez, Tania & Olivera, Yuseika. Influencia de la complementación de la dieta en la producción de leche de vacas Mambí de Cuba manejadas en un sistema silvopastoril. En: *Memorias II Convención Internacional "Agrodesarrollo 2012"*. CD-R. EEPF-IH, Matanzas, Cuba p. 331, 2012.
- López, O.; Olivera, Yuseika; Lamela, L.; Sánchez, Tania; Montejo, I. L.; Ronquillo, M. & Rojo-Rubio, R. Efecto de la suplementación con concentrado en la fermentación *in vitro* de dietas para vacas lecheras en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*. 37 (4):426-434.2014.
- López, O.; Ruíz, T. E.; Sánchez, Tania; Castillo, E.; Iglesias, J. M.; Lamela, L. *et al*. Potencialidades del silvopastoreo para la producción animal en Cuba. En: R. Núñez; R. Ramírez; S. Fernández; O. Araujo; M. García y T. E. Díaz, eds. *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. BBA Biblioteca básica de agricultura. Colegio de Postgraduados-Fundación COLPOS-Universidad de Chapingo-ALPA-FAO-IICA. ISBN: 978-607-715-305-4. 816 p. 2015b.
- López-Vigoa, O.; Sánchez-Santana T.; Iglesias-Gómez J.M.; Lamela-López L., Soca-

- Pérez M. Arece-García J. & Milera-Rodríguez, M. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*. 40 (2):83-95. 2017.
- Loyola, C. Evaluación de la calidad de la detección del celo en rebaños bovinos lecheros en condiciones de Camagüey. Tesis en opción al título de Máster en producción Bovina Sostenible. Universidad de Camagüey, 2004.
- Macciotta, N.,P. ; Dimauro D., Rasso, P., G.; Steri R, Pulina G. The mathematical description of lactation curves in dairycattle. *Ital J Anim Sci*.10(4):213-224. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2011.e51>. 2011.
- Marini, P. R. & Di Masso, R. J. Evaluación histórica de indicadores productivos en vacas lecheras en sistemas a pastoreo. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*,28(2):102- 114. 2018.
- Marini, P. R. & Di Masso, R. J. Evaluación histórica de indicadores productivos en vacas lecheras en sistemas a pastoreo. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*.28. (2), 102- 114. 2018.
- Marques R.; Cooke R.; Rodrigues, M.; Moriel, P. & Bohnert, D. Impacts of cow body condition score during gestation on weaning performance of the offspring. *Livestock Science*. 191:1 74-178. 2016.
- Martí, C. Diagnóstico técnico-productivo de una vaquería en la CPA Triunfo en Villa Clara. Tesis presentada en opción al título académico de Maestro en Ciencias en Pastos y Forrajes. 51 p. 2010.
- Martín, G. J. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba* Linn. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas, EEPF-IH. Matanzas, Cuba. 96 p. 2004
- Martín, P. C.El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(número especial), 427-438.2005.
- Martínez A.; Villoch A; Ribot A. & Ponce P. Evaluación de la calidad e inocuidad de quesos frescos artesanales de tres regiones de una provincia de Cuba. *Rev*

Salud Anim,35 (3):210-213. 2013.

- Martínez, J.; Milera Milagros.; Remy, V.; Yepes, I & Hernández, J. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*,14 (11):101.1990.
- Martínez-Vasallo, A., Ribot-Enríquez, A., Villoch-Cambas, A., Montes de Oca, N., Remón- Díaz, D., & Ponce-Ceballo, P. Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Revista de Salud Animal*, 39(1), 51-61,2017.
- Martínez-Zubiaur R, O. Bancos de biomasa con *Cenchrus purpureus*, Cuba CT-115. Instituto de Ciencia Animal (ICA), Mayabeque, Cuba Libro Recursos Forrajeros Multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. ISBN: 978-959-7138-45-7 Versión digital. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 2020
- Mccarthy B., Pierce K.M., Delab y L., Brennan A., Horan B. The Effect of stocking rate and calving date on reproductive performance, body state, and metabolic and health parameters of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of dairy science*, 95(3):1337- 1348.DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4783>. 2012.
- Meikle, A.; Kulcsar, M.; Chilliard, Y.; Febel, H.; Delavaud, C.; Cavestany, D. & Chilbroste, P.. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*. 127 (6):727–737DOI: <https://doi.org/10.1530>. 2004.
- Milera ,Milagros de la Caridad et al. Efecto de diferentes ofertas del pasto *Cynodon dactylon* (L.) Pers, cv. Coastcross-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 10. (3): 239-245.1987.
- Milera, Milagros de la C. & Machado, R. Las investigaciones en pastos y la vigencia de las leyes de André Voisin. En: Milagros de la C. Milera-Rodríguez, ed. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 561-588, 2011.
- Milera, Milagros. Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. *Pastos y forrajes*. 29. (2): 1-27. 2006.

- Milera, Milagros.; Iglesias J.M.; Remy V. & Cabrera N. Empleo de banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17 (1): 73. 1994.
- Milera, Milagros.; Martín G.; 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)*. 11 (2): 3-14. 2007.
- Milera, Milagros; López, O. & Alonso, O. Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 37(4): 382-391. 2014.
- Milera-Rodríguez Milagros de la Caridad. Caracterización de los sistemas de manejo del pasto para la producción de leche. Libro Recursos Forrajeros Multipropósitos. Editoras: Milagros de la C. Milera Rodríguez, Tania Sánchez Santana y Martha Hernández Chávez. ISBN: 978-959-7138-45-7 Versión digital. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 2020
- Milera-Rodríguez, M. D. L. C., Machado-Martínez, R. L., Alonso Amaro, O., Hernández- Chávez, M. B., & Sánchez-Cárdenas, S. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42. (1): 3-12. 2019.
- Muñoz-Espinoza, M.; Artieda-Rojas, J.; Espinoza-Vaca, S.; Curay-Quispe, S.; Pérez-Salinas, M.; Núñez-Torres, O. & Carrasco-Silva, A. Granjas sostenibles: integración de sistemas agropecuarios. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 19. (2), 93-99. 2016.
- Murgueitio, E.; Barahona, R.; Chará; J. D.; Flores, M. X.; Mauricio, R. M. & Molina, J. J. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 49. (4): 75-93. 2016.

Navas-Panadero, Alexander. "Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos." *Revista de Medicina Veterinaria*. 34. (Supl): 55-65. 2017.

NC: 448: Leche cruda — Especificaciones de calidad. 2006.

OCDE/FAO, OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028, OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>. [Fecha de consulta:19/10/2020]

Oficina Nacional de Estadística e información (ONEI). 2019.Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Indicadores seleccionados de la producción de leche de vaca selected indicators of cow milk production. edición 2020. p. 25.

Olivera, Yuseika; Machado, R. □ León, Belkis. Evaluación agronómica de recursos genéticos forrajeros. Memorias V Taller Internacional sobre Recursos fitogenéticos. Sancti Spíritus, Cuba. p. 29. 2003.

Orozco, O, A, & Llano, R, G. "Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión." *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*.15. (28): 103-124. 2016.

Ozrenk, E. & Selcuk, S. The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province. *Pakistan Journal of Nutrition*.7. (1), 161-164. 2008.

Pacheco, M; Landa, Y; Rodríguez, D; López, JR; Hernández, A; Brutau, K *et al*. La cadena de la carne vacuna en Cuba. Estudio de su situación en seis municipios de las provincias de Granma y Santiago de Cuba. Edición: Lilian Sabina Roque ISBN: 978-959-296-047- 3.2017.

Palma, J. M.; Zorrilla, J. M. & Nahed, J. Integración de especies arbóreas con residuales agrícolas y agroindustriales en la generación de sistemas ganaderos resilientes. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 53 (1): 73-90. 2019.

Peniche-González, I. N.; González-López, Z. U.; Aguilar-Pérez C. F.; Ku-Vera, J. C.; Ayala- Burgos, A. J. & Solorio-Sánchez, F. J. Milk production and reproduction of dual- purpose cows with a restricted concentrate allowance and access to

- an association of *Leucaena leucocephala* and *Cynodon nlemfuensis*. *Journal of Applied Animal Research*. 42:345-351. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.875902>. 2014.
- Pereira, E & Lamela, L. Producción de leche en pastoreo con diferentes ofertas de pasto estrella cv. Tocumen. *Revista Pastos y Forrajes*. 18 (2): 151-161. 1995.
- Pérez, Rena. La ganadería cubana en transición. *World Animal Review*. 92: 25-35. 1999.
- Ponce P. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Rev Salud Anim.*,31 (2):69- 76. 2009
- Ponce, L.; Pérez, R. & Hernández, R. E. Problemas sociales de la ciencia en la Educación Superior para las ciencias agrarias en Cuba. *Universidad y Sociedad*.8 (2): 187-195. 2016. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/387>. [Fecha de consulta: 19/10/2020].
- Ponce, P.; Martínez, A.; Villoch, A.; Ribot, A.; Montes de Oca, N. & Riverón, Y. Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba. *Rev. Salud Anim*, 37(2): 79-85. ISSN: 2224-4700. 2015.
- Programa de desarrollo ganadero. 2015. Ministerio de la agricultura. 111 p.
- Quintuña, B, A; Faicán, R; Guerra R; Narváez J; Torres, C; Ortuño, C *et al*. Efecto de la composición botánica de pastizales del trópico alto en la conducta de vacas en pastoreo y su producción de leche. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2 (3): 16-24. 2019.
- Ramos-Juárez J. A.; Aranda-Ibáñez, E.M. & Morales-Jiménez, E. Alimento fermentado a base de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en el cambio de peso de bovinos en pastoreo. *Agroproductividad*. 9 (7): 56-61. 2016.
- Ray, J. R.; Benítez, D.; Garcia, F. G. & Vega, A. V. Consumo voluntario, digestibilidad y balance N y C de nutrientes de vacas criollas en pastoreo racional en el valle del Cauto Cuba. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5 (2): 146-158. 2016

- Reinoso, M.; Joseau, M.J. & Valdez, H.A. "Alternativas para el manejo agroecológico de especies leñosas arbustivas en agroecosistemas ganaderos del noroeste de Córdoba, Argentina", *Agriscientia*. 36 (1): 1-14. 2019.
- Richards, M. W.; Wettemann, R. P. & Schoenemann, H. M. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity *J. Animal Science*. 67(6):1520–1526. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1989.6761520x>. 1989.
- Rivera-Herrera, J. E. I.; Molina-Botero, I.; Chará-Orozco, J.; Murgueitio-Restrepo, E & Barahona-Rosales R. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes*. 40 (3): 171-183. 2017.
- Roca, A. I. & González, A. Producción eficiente de leche con los recursos de la explotación. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Consultado el 13 de octubre de 2020 disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/9672/ARTICULOSNUTRICIONARCAHIVO/Produccion-eficiente-de-leche-con-los-recursos-de-la-explotacion.html>. 2014.
- Roche, J. Invited Review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal Dairy in Science*. 92. (57): 69-5801. 2009.
- Rodriguez, C. E.; Saavedra, G. F., & Gómez, D. F. Efecto de la etapa de lactancia sobre la calidad fisicoquímica de leche en vacas de raza Holstein y Normando. *Zootecnia Trop.*, 33 (1):23-35. 2015b.

- Rodríguez, E.; Villa, A.; Castro, B.; Franco, F. J. & Silva, C. Calidad de la leche de vaca en la FMVZ de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. V Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. ISBN 978-959-7171-70-6-05. 2015a.
- Rodríguez, E.; Villa, A.; Castro, B.; Franco, F. J. & Silva, C. Calidad de la leche de vaca en la FMVZ de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. V Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. ISBN 978-959-7171-70-6. PB-05. 2015.
- Rusdy M. Elephant grass as forage for ruminant animals. *Livestock Research for Rural Development*. 28. (4): 1-6. 2016. Retrieved July 3, 2020, from <http://www.lrrd.org/lrrd28/4/rusd28049.html>
- Saborio, A. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche. *ECAG Informes*, 1356(56):70-73. 2011.
- Salazar-Carranza, M.; G. Castillo-Badilla, J.; Murillo-Herrera, F.; Hueckmann-Voss & Romero-Zúñiga, J. J. Effect of age at first calving on first lactation milk yield in Holstein cows from Costa Rican specialized dairy herds. *Open J. Vet. Med*,4(9): 197- 203. DOI:10.4236/ojvm.2014.49023. 2014.
- Salazar-Carranza, M.; G. Castillo-Badilla, J.; Murillo-Herrera, F.; Hueckmann-Voss & Romero-Zúñiga, J. J. Effect of age at first calving on first lactation milk yield in Holstein cows from Costa Rican specialized dairy herds. *Open J. Vet. Med*.4. (9): 197-203. 2014. doi:10.4236/ojvm.2014.49023.
- Salazar-Ortiz, J.; Trejo-Téllez, L. I.; Valdez-Balero, A.; Sentíes-Herrera, H. E.; Rosas-Rodríguez, M.; Gallegos-Sánchez, J. & Gómez-Merino, F. C. Caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. *AGROProductividad*.10. (11): 70-76. 2017.
- Salgado, O.R.; Vergara, O.G. & Simanca, J.S. Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. *Rev MVZ Córdoba*. 13. (2): 1360-1364. 2008. Doi: <http://10.21897/rmvz.395>.

- Sánchez, T.; Lamela, L.; López, O. & Benítez, M. Comportamiento productivo de vacas lecheras Mambí de Cuba en una asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 31. (4): 371, 2008.
- Sánchez-Santana, T., López-Vigoa, O., Iglesias-Gómez, J.M., Lamela-López, L. & Soca-Perez, M. The potential of silvopastoral systems for cattle production in Cuba. *Elem Sci Anth*, 6 (1): 82. DOI: <http://doi.org/10.1525/elementa.334.2018>.
- Sánchez-Santana, Tania. 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. La Habana: Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana, 2007. <http://biblioteca.ihatuey.cu/links/pdf/tesis/tesisd/taniasanchez.pdf>. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2019].
- Sánchez-Santana, Tania; Lamela, L.; López, O. & Benítez, M. A. Influencia del probiótico Sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 38 (3): 183-188. 2015.
- Senra, A. & Ugarte, J. Sistemas de producción de leche. En: *Los Pastos en Cuba*. Tomo 2. Utilización. (Ed. EDICA). La Habana, Cuba, 1983.
- Senra, A. Estudio sobre el número de cuartones por grupo para vacas lecheras en pastoreo. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba. 171 p.1982.
- Senra, A; Soto, S. & Guevara, R. Guía estratégica sobre la base de reservas en alternativas de la ganadería cubana, para enfrentar la crisis económica global y el cambio climático. *Avances en Investigación Agropecuaria*.14. (3): 3-18. 2010.
- Sorzano-Herrera, Angelina. "La agricultura en Cuba: condicionantes sociales de su desarrollo." *Estudios geográficos*. 57 (223): 291-313. 2018
- Stobbs, T.H. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behavior of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb*, 18 (90): 5-1. 1978.

- Tarazona, A M; Ceballos, María C; Naranjo, J F; Cuartas, C, A. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25 (3): 473-487. 2012.
- Tekeli, A.; Yildiz, G.; Drochner, W. & Steingass, H. Efficacy of essence oil supplementation to feeds on volatile fatty acid production. *Rev. MVZ Córdoba*. 20, (Supl): 4884-4894. 2015.
- Torres, S. P. A., & Delgado, D. F. F. Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15 (2):107- 116.2018
- Vargas, J. C.; Benítez, D. G.; Torres, V.; Ríos, S. & Soria, S. Factores que determinan la eficiencia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en la provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(1):17-19.2015.
- Vega, A. M.; Herrera, R. S.; Torres, V.; Lamela, L.; Montejo, I.; Santana, A. & Cino, D. M. Comportamiento de hembras de reemplazo Charolais de Cuba en un sistema silvopastoril con respecto a un monocultivo. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 50 (1), 51-59. 2016.
- Viera, G. E. G., & Gue, R. V. Algunos problemas y oportunidades de los sistemas bovinos de producción de leche en el trópico húmedo de baja altitud. *Maskana*, 6 (Número especial): 163-171. 2015.
- Watson, A. K.; MacDonald, J. C.; Erickson, G. E.; Kononoff, P. J. & Klopfenstein, T. J. Forages and pastures symposium: Optimizing the use of fibrous residues in beef and dairy diets. *Journal of Animal Science*. 93 (6): 2616-2625. 2015.
- Yasothei R. Importance of energy on reproduction in dairy cattle, *International Journal of Science and Technology*. 3. (6): 2020-2023. 2014.

Anexos

Anexo 1. Disponibilidad de los pastos por época

Especie	Área, ha	Rendimiento Especies, t de MS/ha		Rendimiento total, t de MS	
		Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Pasto natural	36,51	2,86	1,79	104,4186	65,3529
Pasto mejorado	0,78	7	2,5	5,46	1,95
Leguminosas	1,5	6	2	9	3
Marabú	18,95	2	0,5	37,9	9,475
Total	57,74			156,7786	79,8

Anexo 2. Composiciones bromatológicas de los alimentos.

Alimento	MS, %	EM, Mcal/kg MS	PB, g/kg	PDIN, g/kg MS	PDIN, g/kg MS	Ca, g/kg	P, g/kg
<i>P. notatum</i> (PPLL)	41,9	2	59	36,9	56,4	5,5	4,1
<i>P. notatum</i> (PLL)	32,1	1,97	68	41,7	59,1	5,4	5,8
Concentrado vacas lecheras genética	89,5	2,78	186	105	86,0	5,9	4,7
