
Efecto de la sustitución del ensilaje de maíz por pasto de corte *Pennisetum purpureum* CT-22, para la producción de leche en fincas doble propósito durante la época seca



Herrera Domínguez, Domiciano; Guerrero Rojas, Benigno; Ramos Batista, Dixon; Frías, Jacinto

Domiciano Herrera Domínguez
domicianoherrera1956@gmail.com
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá,
Panamá

Benigno Guerrero Rojas
beni_guerrero@yahoo.com
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá,
Panamá

Dixon Ramos Batista
d_idz@hotmail.com
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá,
Panamá

Jacinto Frías
jfriasdeleon@gmail.com
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá,
Panamá

Visión Antataura
Universidad de Panamá, Panamá
ISSN: 2309-6373
ISSN-e: 2520-9892
Periodicidad: Semestral
vol. 5, núm. 1, 2021
Luis.rodriguez@up.ac.pa

Recepción: 12 Marzo 2021
Aprobación: 21 Mayo 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/225/2252998007/>

Resumen: Con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución del ensilaje de maíz por pasto de corte (*Pennisetum purpureum* cultivar CT-22), en la producción de leche, en fincas doble propósito, durante la época seca; se realizó un ensayo en la Estación Experimental El Ejido, Los Santos, Panamá. Se utilizó un diseño cruzado (*crossover*), en bloque completo balanceado, con cuatro tratamientos con diferentes niveles de ensilaje de maíz y pasto de corte. No se encontraron diferencias significativas en la producción de leche y en el cambio de peso vivo entre tratamientos. Sin embargo, el costo de alimentación disminuyó a medida que se incrementó el nivel de pasto de corte en la ración. El análisis de presupuesto parcial mostró dominancia del tratamiento con mayor nivel de pasto de corte, con respecto a los demás tratamientos que incluían ensilaje de maíz, logrando un mayor beneficio neto con menor costo de alimentación. Se concluye que el uso de pasto de corte como única fuente de forraje en las raciones para la producción de leche en fincas doble propósito, en vacas con potenciales de producción de leche total de hasta 12 kg vaca⁻¹ día⁻¹, generó el mayor beneficio económico, en comparación a las raciones donde se incluyó ensilaje de maíz.

Palabras clave: Pasto de corte CT-22, ensilaje de maíz, producción de leche, doble propósito, *Pennisetum purpureum*.

Abstract: : A trial was carried out at El Ejido Experimental Station, Los Santos, Panama with the objective of evaluating the effect of substitution of maize silage by cut grass (*Pennisetum purpureum* cultivar CT-22) on milk production in dual-purpose farms during the dry season. A balanced complete block crossover design with four treatments and with different levels of corn silage and cut grass was used. There were no significant differences found in milk production and live body weight change between treatments. However, the cost of feeding decreased as the ratio level of cut grass increased. The partial budget analysis showed dominance of the treatment with a higher level of cut grass, compared to the other treatments that included corn silage, thus achieving a greater net benefit with a lower feeding cost. It is concluded that the use of cut grass as a single source of forage in the rations for milk production in dual-purpose farms, in cows with potential total milk production of up to 12 kg cow⁻¹ day⁻¹, generated the greatest economic benefit, compared to the rations where corn silage was included.

Keywords: CT-22 cut grass, corn silage, milk production, dual purpose, *Pennisetum purpureum*.

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación del ganado en fincas doble propósito en Panamá se basa, principalmente, de forrajes, cuya producción de materia seca (MS) y su calidad dependen de las variaciones climáticas, que generan fluctuaciones en la producción de leche y carne. Para minimizar estas variaciones en la producción de estas fincas, se requiere, entre otros factores, mantener una adecuada alimentación de los animales a través de todo el año; utilizando diversas estrategias para la producción y uso de los forrajes, que permita cubrir los requerimientos de los animales al menor costo posible.

La región de Azuero, en Panamá, se caracteriza por presentar periodos prolongados de sequía, normalmente, de cinco meses, afectando la producción y la calidad de los forrajes. Esta reducción en la disponibilidad y calidad de los forrajes durante esta época seca causa una deficiencia nutricional en los animales, reflejándose en una disminución significativa en la producción de leche y carne, reducción de la eficiencia reproductiva y pérdida de peso de los animales.

ales.

Velarde (2012) en un estudio realizado en la cuenca media y baja del río La Villa, en la región de Azuero, señala que las principales medidas que están implementando los productores para hacerle frente a la variabilidad climática y la sequía, están relacionadas con: el uso del agua, la siembra de pastos mejorados, bancos forrajeros y la conservación de forrajes, entre otras. Por otro lado, menciona que, entre las principales limitaciones para la implementación de estas tecnologías se encuentra la falta de asistencia técnica y el alto costo de éstas.

Las alternativas de alimentación que un ganadero puede utilizar para enfrentar el período seco son diversas. Sin embargo, la utilización de cualquiera de ellas, de manera individual o combinadas, dependerá de la magnitud del período seco, del tipo y número de animales en la finca, de la ubicación y accesibilidad de la explotación, del costo y disponibilidad de los insumos en la zona y de los recursos que se utilizan para alimentar el ganado (Medina et al., 2003).

El ensilaje de maíz es una de las alternativas disponibles para la alimentación del ganado durante la época seca, con un alto potencial de producción de leche (Herrera y Guerrero, 2009).

En investigaciones anteriores, Herrera y Guerrero (1997) determinaron que el uso de ensilaje de maíz en raciones para vacas con niveles de producción de hasta 11 kg día⁻¹ no requirió de la suplementación con melaza como fuente de energía, pero sí el uso de proteína suplementaria. Sin embargo, el alto costo de las raciones que incluyen este recurso forrajero ha limitado la adopción de esta tecnología por parte de los productores (Herrera et al. 2005; Medina, 2003).

Una de las estrategias que puede utilizarse para mejorar esta limitante de baja rentabilidad, es la inclusión en la ración de otros recursos forrajeros con menor costo de producción, pero que no afecten la productividad de las fincas. Entre estos recursos se plantea el uso de pastos de corte, los cuales se caracterizan por su alto rendimiento de materia seca y una calidad nutritiva adecuada para la alimentación de las vacas en fincas doble propósito.

Entre los forrajes de corte más utilizados por los productores en Panamá, se destacan el King Grass y el Taiwán (ambos del género *Pennisetum*), debido a su potencial de producción de materia seca y adaptación a diferentes tipos de suelo. Además, se cuentan con tres cultivares: CT-115, CT-169 y OM-22 (CT-22), procedentes de Cuba (Hertentains et al., 2013).

El cultivar OM-22 surgió producto del cruzamiento dirigido entre Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum*) y el cultivar de millo perla (*Pennisetum glaucum*) Tifton Late (Martínez et al., 2010). Este cultivar es conocido en Panamá como C-22 (González, 2003) o CT-22 (Hertentains et al., 2013).

Martínez et al. 2010, realizaron un estudio con tres clones de hierba elefante, Cuba CT-169, king grass (*Pennisetum purpureum*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum* híbrido), durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba, para medir en

diferentes momentos de corte, las variables relacionadas a rendimiento y calidad. Hasta las seis semanas (42 días) de edad de corte, los rendimientos acumulados fueron semejantes para las tres variedades, próximos a las 5 t de MS ha⁻¹. Mientras que, a los 56 días de edad, el rendimiento acumulado de las variedades osciló entre 7.2 t de MS para OM-22 y 9.15 para CT-169. El análisis mostró que los tres clones disminuyeron su calidad al aumentar la edad, mientras que, se incrementó la acumulación de biomasa, por lo que el productor debe elegir entre más calidad o más biomasa, al definir un periodo de corte entre 42 y 70 días. El clon Cuba OM-22 presentó mejor proporción de hojas, por lo que se recomienda su utilización en vacas de alta producción. Otra de sus ventajas es que no presenta vellosidades en las hojas.

Por otro lado, Martínez y González (2017), reportan en Cuba que no se encontraron diferencias en los rendimientos anuales de MS en cuatro cultivares estudiados: King Grass, CT-169, OM-22 y H-1, cuyos rendimientos oscilaron entre 34.4 y 38.8 t ha⁻¹. Sin embargo, reportaron diferencias en el rendimiento de hojas a favor de las variedades Cuba OM-22 y Cuba CT-169 por sus propiedades fenotípicas. Las diferencias radican en el largo, ancho y grueso de las hojas, lo que puede influir en el rendimiento de elementos nutritivos como proteína, Ca y P. Por lo tanto, recomiendan prestar mayor atención a las características fenotípicas de las variedades, especialmente, producción de hojas, las cuales, unidas a otras situaciones de carácter local, como establecimiento, persistencia, tipo de corte y respuesta al clima, pueden influir en la selección del cultivar a plantar, según el propósito productivo.

Maldonado-Peralta et al. (2019), al analizar la curva de crecimiento del pasto Cuba OM-22, en el trópico seco de México, reportan que la máxima producción de rendimiento total y tasa de crecimiento se alcanzó a los 110 días después del corte con 38,600 kg MS ha⁻¹ y 435 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente. Señalan además que, después de los 70 días se reporta mayor acumulación de biomasa, pero con menor calidad de características estructurales. El momento óptimo del corte del pasto Cuba OM-22 es cuando tiene mayor rendimiento de hoja y en este análisis de crecimiento fue a los 70 días después del corte, reportando una altura de 132 cm y radiación interceptada de 95%.

González (2003), en estudios realizados en la región de Azuero, en Panamá, recomienda el uso del CT-22, como pasto de corte por presentar ventajas claras en su manejo por la ausencia de pubescencia, alto rendimiento de materia seca y buena calidad del forraje. Por otro lado, señalan que la respuesta animal es superior cuando se realizan los cortes antes de los 90 días, específicamente, en torno a los 60 días. Además, reportan rendimientos de materia seca de 8.4 y 12.72 t MS ha⁻¹ corte-1 y contenido de proteína cruda de 10.1 y 8.3%, para edades de corte de 60 y 90 días, respectivamente,

Otros estudios sobre el CT-22, en tierras altas de la provincia de Chiriquí, Panamá, reportaron rendimientos de 32.8 t MS ha⁻¹ año⁻¹ para el área de Buena Vista y de 44.1 t MS ha⁻¹ año⁻¹ para la localidad de Volcán; con contenidos de proteína de 8.6% y 8.0%, respectivamente. Las frecuencias de corte fueron de 90 días en Buena Vista y 110 días en Volcán (Hertentains et al. (2013).

Un estudio preliminar reciente (2020-2021) en Azuero, con CT-22, utilizando el bocashi como fuente de fertilizante y una edad de corte de 45 días de rebrote, muestra rendimientos de materia seca hasta 8.2 t MS ha⁻¹ y contenido de proteína cruda hasta 15.2% (R. Samaniego, comunicación personal, 05 de marzo de 2021).

A pesar del alto potencial de producción de forrajes del pasto CT-22, no se reportan en Panamá estudios sobre su uso en la producción de leche. Atendiendo a lo anterior, se diseñó un estudio para evaluar el efecto de la sustitución del ensilaje de maíz por pasto de corte *Pennisetum purpureum* cultivar CT-22, en la producción de leche, en fincas doble propósito, durante la época seca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el año 2018, en la Estación Experimental El Ejido, del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, localizada en la provincia de Los Santos, Panamá, a una altitud de 28 msnm, con una precipitación promedio anual de 1012 mm, con un periodo seco entre cinco a seis meses y con temperaturas promedio de 27.8 °C, con valores máximos y mínimos de 34.1 y 21.6 °C, respectivamente, durante los meses de la época seca (Batista, 2021).

Producción y manejo de los forrajes

Para la producción del forraje de maíz utilizado en el ensayo, se sembró un área de 0.25 ha, utilizando las prácticas tecnológicas recomendadas para el manejo de este cultivo en la zona (Gordón, 2012). El mismo fue cosechado en estado masoso-harinoso (89 dds) y ensilado en silo tipo trinchera por un periodo de dos meses.

Para la producción del pasto de corte también se utilizó un área de 0.25 ha (figura 1), manejado con las prácticas tecnológicas recomendadas para este cultivo en zonas tropicales (Hertentains et al., 2013). El pasto se cosechó a una edad de rebrote de 70 días, donde el corte y picado se realizó, diariamente. Durante la época seca, el mismo se manejó bajo un sistema de riego, con frecuencias de siete días.



Figura 1. Pasto de corte (*Pennisetum purpureum* CT-22)

Los autores

Diseño experimental

Se utilizó un diseño cruzado (crossover), en bloques completos balanceados (Amezquita, 1990), con cuatro tratamientos, cuatro periodos y ocho vacas. Los tratamientos consistieron en raciones con diferentes proporciones de pasto de corte y ensilaje de maíz más un suplemento proteínico. Los niveles del pasto de corte y del ensilaje de maíz evaluados en las raciones, se especifican en la tabla 1. Cada uno de los cuatro periodos fue de 18 días, que correspondieron a 12 días de adaptación y seis días de toma de datos.

Tabla 1. Descripción de las raciones según tratamiento

Ingredientes	Composición porcentual de las raciones en base seca (tratamientos)			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Ensilaje de maíz	91.14	60.60	30.22	0
Pasto de corte	0	30.56	60.97	91.21
Harina de soya	7.08	7.06	7.04	7.02
Urea	0.89	0.89	0.89	0.89
Sal mineralizada	0.89	0.89	0.89	0.89

Los autores

Selección y manejo de los animales

Se utilizaron ocho vacas cruzadas (pardo suizo X cebú), entre el segundo y cuarto mes de lactancia, con un ordeño diario y con amamantamiento restringido del ternero (7.00 am a 12 M). Las vacas fueron manejadas en corrales individuales en donde se les ofreció las raciones según los tratamientos, dos veces al día (mañana

y tarde) con una oferta de materia seca similar para cada tratamiento (2.83 % de peso vivo). Además, los corrales contaban con sombra y agua de forma permanente.

Variables y análisis de datos

Se registró el peso vivo de cada vaca al inicio y al final de cada periodo; mientras que, el consumo de materia seca (kg de MS vaca-1 d-1), la producción de leche (kg vaca-1 día-1) y el costo asociado a cada ración, se registró durante los últimos seis días de cada periodo.

El análisis de varianza para la variable producción de leche utilizado, se especifica en el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = m + d_i + r_j + t_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} observación del i-ésimo animal en el j-ésimo período y k-ésimo tratamiento.

m = media general;

d_i efecto del animal i ;

r_j efecto del período j ;

t_k efecto del tratamiento k ;

e_{ijk} = error experimental.

Para la evaluación económica del ensayo se utilizó la metodología de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988), que mide los costos que varían e ingresos netos de cada tratamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Producción de leche

En la tabla 2, se presenta el análisis de varianza de la variable producción de leche, donde muestra que no hubo diferencias significativas, entre tratamientos. Es decir, la sustitución del ensilaje de maíz, por pasto de corte, no afectó la producción de leche. Estos resultados, difieren de los encontrados en las investigaciones de Klein et al. (1993), quienes demostraron que la incorporación de niveles crecientes de ensilaje de maíz, en reemplazo de ensilaje de pradera de regular calidad, en sistemas especializados de producción, aumenta, significativamente, la producción de leche. Estas diferencias en respuestas se debieron, probablemente, a la diferencia en el tipo de animal y sistema de producción, entre ambos estudios.

Tabla 2. Cuadrado medio y grados de libertad de las fuentes de variación de la producción de leche

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
Vacas	7	2.57 **
Periodo	3	1.42**
Tratamientos - Raciones	3	0.06 ns
Error	18	0.32
CV (%)	7.45	

Los autores

El rendimiento promedio de la producción de leche vendible (sin incluir la leche consumida por el ternero), de los tratamientos obtenida en el ensayo fue de 7.96 kg vaca-1 día-1, con muy pocas variaciones entre los tratamientos, figura 2. Estos resultados son superiores a lo señalado por Moreno y Molina (2007), quienes indican que en el sistema doble propósito utilizando solo pasto, se puede obtener una producción de seis (6) litros de leche para venta y un ternero al destete con un peso mínimo de 150 kg. Esto significa que, la producción de leche total por vaca día, es mucho mayor que la producción de leche vendible, ya que, la leche consumida por el ternero representa más del 30% de la leche para la venta (Cortés et al., 2003; Vela-Alvarado, Zarría y Lascano, s.f.). De igual manera, estos rendimientos también son muy superiores a los reportados por Ruiloba et al. (1980), utilizando ensilaje de pasto elefante Panamá (*Pennisetum purpureum*), con una producción de leche total de entre 3.28 y 6.04 kg vaca-1 día-1.

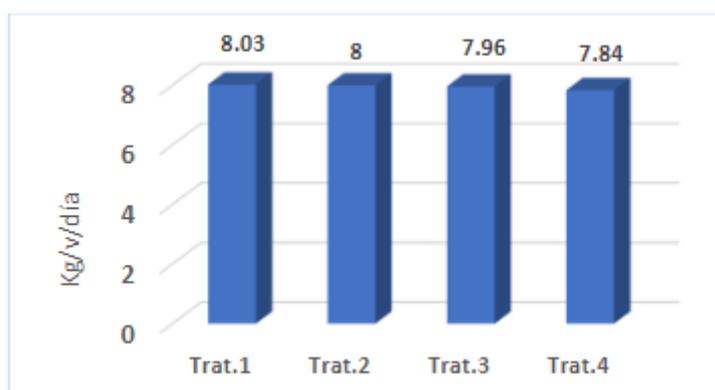


Figura 2. Producción de leche en raciones con pasto de corte y ensilaje de maíz en fincas doble propósito en Azuero
Los autores

3.2. Consumo de materia seca

En la tabla 3 se detalla el consumo de materia seca por cada ingrediente utilizado en la ración, donde el consumo de los forrajes, en general, representó, aproximadamente, 11.3 kg de MS vaca-1 d-1, y de los suplementos 1.1 kg MS vaca-1 d-1, equivalente a un 91% y 9%, respectivamente, del consumo total materia seca. Las vacas registraron un nivel de consumo de MS de 2.76% del peso vivo; muy similar a los reportados por Herrera et al. (2005) y Herrera y Guerrero (1997).

Tabla 3. Consumo de materia seca por cada ingrediente de las raciones según tratamientos

Ingredientes	Consumo de materia seca kg vaca-1 día-1			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Ensilaje de maíz	11.36	7.55	3.76	0
Pasto de corte	0	3.81	7.60	11.32
Harina de soya	0.88	0.88	0.88	0.87
Urea	0.11	0.11	0.11	0.11
Sal mineralizada	0.11	0.11	0.11	0.11
Consumo total de ms	12.46	12.46	12.46	12.41

Los autores

La concentración energética de la ración consumida fue de 2.4, 2.28, 2.16 y 2.03 Mcal de EM/ kg de MS, para T1, T2, T3, y T4, respectivamente. El consumo de energía disminuyó a medida que se incrementó los niveles de pasto de corte en la ración; en tanto que, el consumo de proteína cruda (PC) aumentó a medida que fue mayor este forraje en la ración. La concentración promedio de PC en la ración consumida fue de 11.69, 11.92, 12.15 y 12.38% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Se estimó el consumo de energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) para cada tratamiento, encontrándose que para los cuatro tratamientos el consumo de EM y PC cubrió los requerimientos de mantenimiento y de la producción de leche total (vendible y la consumida por el ternero) (NRC, 2001). Además, de cubrir estos requerimientos, las raciones permitieron en todos los tratamientos ligeros incrementos de peso vivo en las vacas, cuyos valores variaron desde 0.05 a 0.1 kg vaca-1 día-1, no encontrándose diferencias significativas entre ellos.

3.3. Análisis económico

El consumo de materia seca (kg de MS vaca-1 d-1), permitió el cálculo de los costos que varían para cada componente de la ración, utilizando los respectivos precios de cada uno de los ingredientes (B/. kg de MS) de las raciones.

A pesar de que no hubo diferencias significativas en la producción de leche entre los tratamientos evaluados, los costos de alimentación sí variaron entre tratamientos. Utilizando la metodología de análisis marginal del CIMMYT (1988), se elaboró el presupuesto parcial de los tratamientos, tabla 4, que relaciona los costos que varían con los beneficios netos para cada tratamiento. Se observa, que los beneficios brutos (producción de leche valorada a los precios de mercado para ese periodo) son muy similares para cada uno de los tratamientos; ya que, no se encontró diferencias significativas en la producción de leche entre tratamientos. Sin embargo, los costos de alimentación que varían entre tratamientos fueron mayores en las raciones con mayor contenido de ensilaje de maíz, disminuyendo a medida que el pasto de corte sustituía al ensilaje de maíz en la ración. Se puede apreciar que el tratamiento 1 (91% de ensilaje de maíz en base seca) registró un costo total que varía de B/. 2.34 vaca-1 día-1 en tanto, que el tratamiento 4 (91% pasto de corte y sin ensilaje de maíz) tuvo un costo de B/ 1.77 vaca-1 día-1 lo que equivale a una reducción en costos de la ración de 24.3%.

Tabla 4. Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados

Detalle	Tratamientos			
	1	2	3	4
Producción de leche (Kg/vaca/día)	8.03	8.00	7.96	7.84
Beneficios Brutos (B/ /vaca/día)	4.02	4.00	3.98	3.92
Costo de ensilaje de maíz 1	1.70	1.13	0.56	0
Costo de pasto de corte 2	0	0.38	0.76	1.13
Costo de Harina de soya ³	0.49	0.49	0.49	0.49
Costo de Urea ⁴	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo de sal mineralizada ⁵	0.10	0.10	0.10	0.10
Total, de costos que varían (B/. /vaca/día)	2.34	2.15	1.96	1.77
Beneficios netos (B/. /vaca/día)	1.68	1.85	2.02	2.15

Los autores

Los costos se calcularon utilizando los siguientes precios: 1 B/ 0.15/kg de MS para el ensilaje de maíz; 2B/ 0.10/kg de MS para el pasto de corte; 3B/ 0.50/kg de MS para la harina de soya; 4 B/ 0.48/kg de MS para la urea y 5 B/. 0.93/kg de MS para la sal mineralizada.

Los beneficios netos se obtienen restando los costos que varían de los beneficios o ingresos brutos. La tabla 4 muestra que los beneficios netos tienen un comportamiento contrario a los costos que varían, ya que, los mismos se incrementan a medida que se va sustituyendo el ensilaje de maíz por el pasto de corte en la ración o tratamiento (B/ 1.68, B/ 1.85, B/2.02 y B/. 2.15 vaca-1 día-1, respectivamente).

El análisis marginal que relaciona el incremento de costos que varían con el incremento en beneficios netos, tabla 5, evidencia que los tratamientos en los que se incluyeron raciones de ensilaje de maíz (tratamientos 3, 2 y 1) fueron dominados por el tratamiento en que se utilizó pasto de corte como única fuente de forraje (tratamiento 4).

Tabla 5. Análisis marginal de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Total de costos que varían (B./vaca/día)	Beneficios netos (B./vaca/día)	Análisis de dominancia
4	1.77	2.15	
3	1.96	2.02	D
2	2.15	1.85	D
1	2.34	1.68	D

Los autores

4. CONCLUSIONES

- La sustitución de ensilaje de maíz por pasto de corte CT-22, en las raciones para la alimentación de vacas en ordeño en fincas doble propósito, no afectó a la producción de leche; lo que permite recomendar su uso como principal fuente de forraje para la alimentación del ganado en época seca.
- El uso de pasto de corte CT-22 como única fuente de forraje en las raciones para vacas en fincas doble propósito, con producción de leche vendible de 8 kg día⁻¹, generó el mayor beneficio económico en comparación a las raciones donde se incluye ensilaje de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézquita, M.C. (1990). *Diseño y Análisis de ensayos para evaluación de pasturas en fincas*. Séptima Reunión del Comité Asesor de la RIEPT, CIAT. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/6643>
- Batista, A. (2021). *Boletín de las variables climáticas en la Región de Azuero*. Instituto de Innovación Tecnológica de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria de Azuero (CIA).
- CIMMYT (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. Recuperado de: <http://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortés, H., Aguilar, C., y Vera, C. (2003). Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. *Archivos de Zootecnia*, 52 (197), 25-34 Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1425331>
- González, G. (2003). *Pennisetum purpureum "Cultivar C-22" o "Elefante liso"*. Proyecto de mejoramiento de la productividad del ganado en la República de Panamá (PROMEGA). Plegable impresa.
- Gordón, R. (2012). *Manejo integral del cultivo de maíz*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP. Recuperado de: <http://www.idiap.gob.pa/download/manejo-integral-del-cultivo-de-maiz/>
- Herrera, D., Guerrero, B. (1997). *Evaluación del ensilaje de maíz, en la producción de leche en el sistema doble propósito, durante la época seca*. En: Resúmenes Analíticos, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP.
- Herrera, D., y Guerrero B. (2009). *Uso del ensilaje de maíz y de la caña de azúcar en la alimentación del ganado durante la época seca*. Guía Técnica. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Herrera, D., Guerrero B. y Hassán J. (2005). *Efecto del nivel de caña de azúcar en raciones a base de ensilaje de maíz para la producción de leche*. En: Memoria Anual de la LI Reunión Anual del PCCMCA, Panamá, 2005.
- Hertentains, L., Troetsch, O., y Santamaría, E. (2013). *Manejo y utilización de cultivares Pennisetum purpureum en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panamá.

- Klein F., Lanuza, F. y Navarro, H. (1993). Niveles de inclusión de ensilaje de maíz en la ración de vacas lecheras con parto de otoño. INIA, Chile. *Agricultura Técnica*, 53 (2), 118-125. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/30791/NR15478.pdf?sequence=1+Fernando+Klein+R.1&btnG=>
- Martínez, R., Tuero, R., Torres, V. y Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king Grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44 (2), 189-193. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015662016.pdf>
- Martínez, R. y González, C. (2017). Evaluación de variedades e híbridos de pasto elefante *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* para la producción de forrajes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 51 (4), 477-487. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802017000400477
- Maldonado-Peralta, M. de los Á., Rojas-García, A. R., Sánchez-Santillán, P., Bottini-Luzardo, M. B., Torres-Salado, N., Ventura-Ríos, J., Joaquín-Cancino, S., y Luna-Guerrero, M. J. (2019). Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agro Productividad*, 12(8). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1445>
- Medina, M., Herrera, D., y Villalobos, A. (2003). *Identificación de los factores limitantes para la adopción de agrotecnologías en fincas de doble propósito en la región de Azuero*. Informe Final. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Moreno, F., Molina, D. (2019). *Manual: Buenas prácticas agropecuarias -BPA- en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta*. Convenio FAO-MANA Proyecto UTF/COL/027/COL. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a1564s/a1564s00.pdf>
- National Research Council (NRC). (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7 rev. ed. USA: National Academy Press.
- Ruiloba, E. de, Ruíz, M., Ruiloba, M. y Guerra, A. (1980). Producción de leche con ensilaje de pasto Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086). *Revista Ciencia Agropecuaria* 3, 105-112. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Vela Alvarado, J., Zarría, A. S., y Lascano, C.E. (s.f). Efecto de alimentación suplementaria y el amamantamiento restringido en el rendimiento del ternero y la producción de leche de la vaca. *Pasturas Tropicales*, 21 (3), 8-13. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol21_vela.pdf
- Velarde, L. (2012). *Evaluación de la percepción y los factores determinantes en la implementación de las medidas de adaptación al cambio y variabilidad climática por los productores de leche en la cuenca del río La Villa, Panamá* (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica.