

Parámetros productivos de vacas doble propósito suplementadas con alimentos no convencionales en el caribe húmedo colombiano

Martha Oliva Santana Rodríguez ¹  Lorena Inés Mestra Vargas  Hernando Florez Díaz ² 

Red de Ganadería y Especies Menores. Corporación colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA),
Centro de Investigación Turipaná. Córdoba. Colombia.

Productive parameters of dual-purpose cattle supplemented with unconventional feed in the humid Colombian Caribbean

Abstract. The objective of this study was to compare the nutrient intake, the daily milk production and composition, and the daily weight gain in dual-purpose cow feed with diets based on non-conventional agro-industrial by-products (DEP) with a conventional diet offered by the producer (DProd) during the mid and late lactation for 177 days in four commercial farms in Colombian Caribbean. A higher intake of protein (g/day) ($p = 0.009$) and ether extract ($p = 0.001$) was found in cows on the DEP diet compared to DProd on farms in San Carlos (SC) and El Carmen de Bolívar. (CB). However, there were no differences in total digestible nutrient intake and metabolizable energy (Mcal/day) between diets. Milk production was higher in the groups supplemented with DEP than with DProd in CB cows ($p = 0.035$; 6.43 vs. 5.88 kg/cow/d, respectively) and in SC ($p = 0.008$; 4.4 vs 3.7 kg/cow/d, respectively). A higher daily weight gain was observed in cows that received the DEP diet than the Dprod in SC (0.375 kg/cow/d; $p < 0.05$). In calves older than 4 months in BC, daily weight gain was higher with DEP compared to the producer's diet (0.470 vs 0.407 kg/a/d; $p < 0.05$). The use of DEP allowed to increase the nutrient intake, the daily milk production and the daily weight gain of cows and calves. The use of agroindustry by-products seems to be an alternative to increase the productivity of dual-purpose production systems in the Colombian Caribbean.

Keywords: agro-industrial by-products, consumption, forages conservation, milk production, weight gain, oil palm subproducts

Resumen. El objetivo del estudio fue comparar el consumo de nutrientes, la producción y la composición diaria de leche, y la ganancia diaria de peso en vacas de doble propósito suplementadas con dietas energético-proteicas balanceadas con base en subproductos agroindustriales no convencionales (DEP) con una dieta ofrecida por el productor (DProd) durante el segundo y tercer tercio de la lactancia por 177 días en cuatro fincas comerciales en el Caribe colombiano. Se encontró un mayor consumo de proteína (g/día) ($p = 0.009$) y de extracto etéreo ($p = 0.001$) en vacas de la dieta DEP en comparación con la DProd en fincas de San Carlos (SC) y El Carmen de Bolívar (CB). Sin embargo, no hubo diferencias en el consumo de nutrientes digestibles totales y en la energía metabolizable (Mcal/día) entre dietas. La producción de leche fue superior en los grupos suplementados con DEP que con DProd en las vacas de CB ($p = 0.035$; 6.43 vs. 5.88 kg/vaca/d, respectivamente) y en SC ($p = 0.008$; 4.4 vs 3.7 kg/vaca/d, respectivamente). Se observó una mayor ganancia diaria de peso en las vacas que recibieron la dieta DEP que la Dprod en SC (0.375 kg/vaca/d; $p < 0.05$). En las crías mayores de 4 meses en CB, la ganancia diaria de peso fue mayor con DEP frente a la dieta del productor (0.470 vs 0.407 kg/a/d; $p < 0.05$). El uso de DEP permitió aumentar el consumo de nutrientes, la producción diaria de leche y la ganancia diaria de peso de vacas y crías. El uso de subproductos de la agroindustria parece ser una alternativa para aumentar la productividad en los sistemas de producción de doble propósito del Caribe colombiano.

Palabras clave: consumo, ganancia de peso, producción de leche, subproductos agroindustriales, subproductos de palma de aceite.

Parâmetros produtivos de vacas de duplo propósito suplementadas com alimentação não convencional no Caribe colombiano úmido

Resumo. O objetivo deste estudo foi comparar o consumo de nutrientes, o ganho de peso diário, a produção e a composição diária de leite em vacas de dupla aptidão suplementadas com dietas energético-proteicas balanceadas à base de matérias primas não convencionais oriundas da agroindústria (DEP) com uma dieta convencional oferecida

pelo produtor (DProd) durante o segundo e terceiro terço da lactação por 177 dias em cuatro fazendas comerciais no Caribe colombiano. As vacas DEP apresentaram um maior consumo (g/dia) de proteína ($p = 0.009$) e de extrato etéreo ($p = 0.001$) em relação ao DProd nas fazendas de San Carlos (SC) e El Cármen de Bolívar (CB). Entretanto, não houve diferenças no consumo de nutrientes digestíveis totais e na energia metabolizável (Mcal/dia) entre dietas. A produção diária de leite foi maior nos grupos suplementados com DEP que com Dprod nas vacas em CB ($p < 0.05$; 6.43 vs. 5.88 kg/vaca/d, respectivamente) e nas vacas SC ($p < 0.05$; 4.4 vs 3.7 kg/vaca/d). Foi observado uma maior ganho de peso diário nas vacas DEP que as vacas Dprod em SC (0.375 kg/vaca/d; $p < 0.05$). Em bezerros com mais de quatro meses em CB, o ganho de peso diário foi maior na dieta DEP em relação à dieta Dprod (0.470 vs 0.407 kg/bezerro/d; $p < 0.05$). O uso de matérias primas não convencionais oriundas de agroindústria permitiu aumentar o consumo de nutrientes, a produção diária de leite e o ganho de peso diário de vacas e bezerros. O uso de subprodutos da agroindústria parece ser uma alternativa para aumentar a produtividade dos sistemas de produção de dupla aptidão no Caribe colombiano.

Palavras-chave: subprodutos agroindustriais, consumo, produção de leite, ganho de peso, subprodutos de dendê

Introducción

La ganadería bovina en Colombia es la actividad más importante del sector agropecuario con un inventario de 28.8 millones de cabezas que aportan el 1.4 % del PIB nacional (Fedegán, 2021). En este contexto, el sistema de producción extensivo, con vacas de doble propósito son de gran importancia económica y social, comprendiendo 10.08 millones de bovinos que contribuyen con el 50 % de la producción anual de leche estimada en 3700 millones de litros. Esta cantidad de leche suministra la mitad de los terneros de levante y ceba (Fedegán, 2021; Triana y Mogollón, 2014). En la región del caribe húmedo el inventario bovino de los departamentos de Córdoba (2 134 680 animales) y Bolívar (1 622 434 animales) representa el 12.3 % del inventario bovino nacional y 39.4 % del regional, respectivamente (ICA, 2020). No obstante, estos son sistemas de producción tradicionales, con escasa gestión tecnológica, estacionalidad en la producción (Barahona, 2015), limitada productividad y competitividad que se reflejan en la baja producción de leche diaria con promedios entre 2.96 a 4.22 kg/vaca/día y pesos de terneros al destete de 101 a 140 kg/animal (Santana et al., 2009). La alimentación en sistemas de producción de doble propósito se basa en forrajes de pastoreo y corte que se ven afectados por la estacionalidad de la producción con disminución en la disponibilidad de forraje en la época seca que fluctúa entre 30 % y 60 % (Cajas et al., 2011), ocasionando pérdidas de peso corporal de los bovinos (Mejía et al., 2013) y disminución en la producción de leche (Grigera y Bargo, 2005).

El manejo de la alimentación de las vacas en la gestación y en la lactación influyen la tasa de crecimiento y en el desarrollo del animal (Bach, 2012) con amplia variabilidad en la cantidad y en la calidad del forraje a lo largo del año que trae como consecuencia en algunos casos un inadecuado aporte de nutrientes (Roncallo, et al., 2012). Específicamente en la región caribe colombiana en épocas secas

(diciembre-abril), la disponibilidad de forraje se reduce entre el 30 y el 60 % y aunado a la baja en la calidad del forraje se genera pérdidas de peso por animal que se calculan en 20-40 kg (Mejía et al., 2013); situación que se asocia a los bajos índices productivos regionales de producción, ganancias diarias de peso menores a 400 g a día y 2 l/v/d (Fedegán, 2018). En estas situaciones, la suplementación con subproductos de la agroindustria es una alternativa viable para mantener y mejorar la producción de leche (Rinehart, 2008). Estudios realizados en la región caribe de Colombia han reportado que la suplementación con subproductos de la agroindustria en vacas de sistemas de producción de doble propósito a base de torta de palmiste (Geney, 2020), torta de palmiste y decantado de lodos (OPD) (Barragán et al., 2020) mejoraron la producción y la concentración de sólidos totales de la leche. En terneros de sistemas de doble propósito, la suplementación con semilla de algodón y melaza (Martínez et al., 2001; Oviedo et al., 2011), y dietas con torta de algodón, salvado de arroz, urea y melaza (Patiño et al., 2012) incrementaron las ganancias de peso de crías favoreciendo el beneficio económico del sistema de producción. La eficiencia del SPDP se mide entre otros factores por la productividad de leche y de carne (Garmendia, 2005), siendo la alimentación un factor que influye en la eficiencia productiva de vacas de doble propósito.

El objetivo de este estudio fue comparar el consumo de nutrientes (CN), la producción (PL) y la composición diaria de leche, y la ganancia diaria de peso (GDP) en vacas doble propósito de cuatro fincas comerciales suplementadas con dietas energético-proteicas balanceadas con base en subproductos agroindustriales no convencionales (DEP) o con una dieta ofrecida por el productor (DProd) durante el segundo y tercer tercio de la lactancia por 177 días en las condiciones del caribe colombiano.

Materiales y Métodos

Localización

El estudio fue realizado durante el periodo entre enero de 2015 y mayo de 2016 (época de lluvias de abril-noviembre y de seca de diciembre a marzo, en cuatro fincas comerciales representativas del sistema extensivo con vacas de doble propósito alimentadas con pastos diversos y predominio del pasto colosuana (*Bothriochloa pertusa*). Las fincas estaban ubicadas en las coordenadas 08° 46' 19,5 N y 075° 38' 07" O y 0°46' 19,5

N y 075° 38' 07" O, en los municipios de Tierralta y San Carlos en el departamento de Córdoba, y 09° 73' 809" N y 075° 15' 506" O y 08° 16' 35,6" N y 074° 48' 38,35" O, en los municipios de El Carmen de Bolívar y Magangué, en el departamento de Bolívar, respectivamente. Se utilizaron 28 vacas con promedio de 148 ± 27 días post parto (fase media de la lactancia) de cada finca. El biotipo, los pesos, la etapa de lactancia y los pesos de las crías promedios están presentados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características productivas de vacas y crías de doble propósito en fincas en diferentes municipios del Caribe colombiano.

Municipio	Grupo racial ¹	Peso de vaca(kg)	Días de lactancia	Peso cría (kg)
Tierralta	H X G	390 ± 3.9	120 ± 17	82.2 ± 14.0
San Carlos	25 % G; 75 % H × P × C	391 ± 4.8	150 ± 23	80.0 ± 11.0
El Carmen de Bolívar	25 % H × G; 75 % P × C	360 ± 3.8	145 ± 21	85.0 ± 20.0
Magangué	25 %H × G × C;<25 %H × C × C; y 25 % P×C; 25 % C	326 ± 3.6	178 ± 26	60.0 ± 7.7

¹H: Holstein G: Gyr; P: Pardo Suizo; C: Cebú; H×G: Holstein × Gyr; P×C: Pardo Suizo × cebú.

Animales y tratamientos nutricionales

En cada una de las fincas, se seleccionaron dos grupos de 14 vacas homogéneos en relación con el número de partos (3 - 4 partos), fase de la lactancia y el peso corporal de los grupos raciales predominantes en cada finca (Cuadro 1). Se suplementaron las vacas durante 177 días con diferentes dietas: 1) vacas alimentadas con la dieta que habitualmente ofrecía el productor durante la lactancia, que consistió en pastoreo de praderas de colosuana, ángleton y mombasa más sal mineralizada y pasto de corte (DProd); y vacas alimentadas con el suplemento balanceado, con base en subproductos agroindustriales de disponibilidad regional, pastoreo y sal mineralizada (DEP). El consumo diario del suplemento fue del 1 % del peso vivo. La calidad de las dietas experimentales en términos de proteína y nutrientes digestibles totales (NDT), para los tratamientos DProd y DEP, correspondió en promedio de 102 y 433 g/kg de MS y a 141.2 g/d y 574.8 g/kg de MS, respectivamente. Las vacas de cada tratamiento recibieron las dietas en el corral después del ordeño en la mañana (4 - 6 am) y antes del pastoreo. La producción de leche se determinó diariamente en forma individual mediante pesaje en balanza de reloj de la leche extraída por ordeño manual. La rutina de ordeño en cada finca no se cambió. Para el inicio del ordeño se tuvo apoyo del ternero por menos de un minuto y al final del ordeño se dejó la leche residual para consumo por parte del ternero. Para el caso de las vacas del tratamiento DEP las cantidades de suplemento ofrecidas se ajustaron de acuerdo con la oferta y calidad de las pasturas

disponibles en cada finca, con el propósito de suplir las demandas de nutrientes durante la etapa de producción.

Las dietas de las vacas del tratamiento DEP se formularon de acuerdo con las recomendaciones de requerimientos nutricionales para ganado de carne del National Research Council (1996) para aportar los requerimientos nutricionales de vacas adultas de 350-400 kg de peso en la etapa de lactancia. La composición nutricional de las dietas se presenta en los cuadros 2 y 3.

Determinación de disponibilidad y consumo de forraje (DF)

En las fincas del estudio, los pastos predominantes correspondieron a los géneros *Bothriochloa pertusa* (colosuana), *Dichanthium aristatum* (ángleton), y *Megathyrsus maximus* (mombasa) con predominio de colosuana. La oferta de forraje durante el pastoreo de los animales fue manejada mediante la rotación de potreros con días de ocupación variables manejados por el productor; las evaluaciones de disponibilidad de forraje (DF) se realizaron en cada una de las fincas, cada 14 días utilizando la técnica de disponibilidad por frecuencia (Hoyos, 1994).

El consumo de materia seca del suplemento se estimó mediante la diferencia de peso de la ración diariamente ofrecida y la cantidad rechazada (kg). Cada 15 días en cada una de las fincas se obtuvieron muestras representativas de suplemento ofrecido y

rechazado para el análisis de la composición nutricional. Los datos obtenidos de consumo de materia seca y la composición bromatológica del suplemento permitieron estimar el consumo de nutrientes de los animales de cada tratamiento (Cuadros 2 y 3).

La evaluación de la calidad nutricional de recursos forrajeros se realizó mediante análisis por NIRS (espectroscopia de infrarrojo cercano) en el laboratorio del C.I. Tibaitatá de Agrosavia (Ariza-Nieto et al., 2018), y en los alimentos (subproductos agroindustriales) se determinó la composición de materia seca (%) mediante los procedimientos técnicos AOAC (2019) para los análisis de materia seca (%) (método gravimétrico, ISO 6496-NTC4888), proteína cruda (%) (volumétrico, AOAC 960.52 y 2011), fibra en detergente neutro (gravimétrico AOAC 2002.04), fibra en detergente ácido (gravimétrico AOAC 973.18), extracto etéreo (AOAC 2003.06 de 2006), lignina

(AOAC 973.18) y las correcciones de cenizas y proteína para la fibra en detergente neutro corregida para cenizas y proteína (FDN_{cp}), se realizaron de acuerdo con los procedimientos descritos por Licitra et al. (1996) y Mertens (2002).

Balance de energía y proteína en los pastos

En los pastos colosuana, ángleton y mombasa predominantes en los sistemas de producción de la zona se realizaron muestreos de forraje y se enviaron al laboratorio. La evaluación de la calidad nutricional incluidos los valores de ENI y ENm se hizo mediante la técnica de NIRS (Ariza-Nieto et al., 2018) y se incluyeron en la base de datos de calidad de forrajes - ALIMENTRO (<http://alimento.agrosavia.co/Home/Index?ReturnUrl=%2f>). Se calculó la relación NDT: PB como indicador del balance de éstos y se clasificaron utilizando los valores de referencia publicados por Moore et al. (1999) y Beck et al. (2006).

Cuadro 2. Inclusión de ingredientes, composición y calidad de los suplementos suministrados a vacas en lactancia bajo los tratamientos DProd en fincas experimentales de Tierralta y San Carlos (Córdoba), El Carmen de Bolívar y Magangué (Bolívar).

Municipios	Tierralta	San Carlos	Carmen de Bolívar	Magangué
	¹ Inclusión de ingredientes (g/kg de MS)			
² Forraje	571.4	600	643	586
³ E. maíz (Z. mays)	250	271	-	132
E. millo (S. bicolor)	107	-	-	-
E. totumo (C. cujete)	71.6	-	-	-
E. elefante (P. purpureum)	-	-	-	263
Caña de azúcar (S. officinarum) + urea	-	-	297	-
Forraje de yuca (M. esculenta)	-	130	60	-
Gallinaza satinizada	-	-	-	19
Calidad				
Proteína Cruda (g/kg)	100	112	108	104
Nutrientes Digestibles Totales (g/kg)	571.8	570.2	520	590
Relación NDT:PC	5.71	5.08	4.08	5.67

¹Ingredientes: g/kg de MS del suplemento del productor (DProd) ofrecido a vacas de doble propósito a partir de 147 ± 10 días de lactancia

²Forrajes: corresponden a los pastos Colosuana, Ángleton y Mombasa predominantes en los sistemas de producción de la zona

³E: ensilaje

Ganancia diaria de peso

Cada 28 días se registró el peso vivo de las vacas y las crías en una báscula ganadera digital (Tru-Test EC 2000 (Tru-Test Ltd, Auckland, Nueva Zelanda). La ganancia diaria de peso (GDP) en vacas y crías se determinó mediante la diferencia entre el peso vivo inicial (PVI) y el peso vivo final (PVF) dividido por el número de días de la evaluación. Además, se determinó el consumo de suplemento por diferencia de peso entre las cantidades del suplemento ofrecido y el suplemento no consumido.

Producción y composición diaria de leche

Se registró diariamente la producción diaria de leche (PL) de cada vaca. La producción de leche se determinó diariamente en forma individual mediante pesaje en balanza de reloj de la leche extraída por ordeño manual en las horas de la mañana (4 a 6 am), sin cambiar la rutina de ordeño de cada finca que consistió en apoyo del ternero por menos de un minuto, ordeño manual y dejar la leche residual después del ordeño para el consumo del ternero. Para evaluar la composición de la leche (CL) se tomaron muestras individuales de leche con una frecuencia de 14 días, siguiendo los protocolos establecidos por

Cerón et al., (2014), y se enviaron al laboratorio Corpolac, el cual se encuentra acreditado por el organismo nacional de acreditación (ONAC) bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los compuestos: sólidos totales (métodos: AOAC 990.19 del 2006 y AOAC 972.16 del 2005), grasa (métodos: AOAC 2000.8 del 2006 y AOAC 972.16 del 2005), proteína (métodos:

AOAC 991.20 del 2006, AOAC 972.16 del 2005). Además, se determinó nitrógeno ureico en leche (NUL) (Cortes, 2012) mediante el método AOAC 972.16 del 2005. Dichos valores se compararon con los de referencia para vacas lecheras obtenidos por Cortés (2012) y Cerón et al. (2014).

Cuadro 3. Inclusión de ingredientes, composición y calidad de los suplementos suministrados a vacas en lactancia bajo los tratamientos DEP en fincas experimentales de Tierralta y San Carlos (Córdoba), El Carmen de Bolívar y Magangué (Bolívar).

Ingredientes (g/kg de MS) ¹	Municipios			
	Tierralta	San Carlos	Carmen de Bolívar	Magangué
² Forraje	837.5	746	731	793
Salvado de arroz (O. sativa)	63.5	73	130	72
Semilla de algodón (G. hirsutum)	32.5	51	19	15
³ Prosograso	47.8	67	-	-
Torta de palmiste (E. Guineensis)	20.7	59	115	115
Urea	5.2	5.2	5.2	5.2
Calidad				
Proteína Cruda (g/kg)	140	145	149	131
Nutrientes digestibles totales (g/kg)	568.5	588.1	578.1	564.5
Relación NDT: PC	4.06	4.05	3.87	4.31

¹ Ingredientes: g/kg de MS del suplemento energético-proteico (DEP) ofrecido a vacas de doble propósito a partir de 147 ±10 días de lactancia

² Forrajes predominantes en los sistemas de producción de la zona: Colosuana (*Bothriochloa pertusa*), Angleton (nombre científico *Dichanthium aristatum*), y Mombasa (*Megathyrsus maximus*).

Análisis estadístico

La información se analizó mediante el paquete de análisis estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), utilizando el procedimiento ANOVA de SAS previo cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro Wilk) y homogeneidad de los datos. La

producción de forraje por época se analizó mediante estadística descriptiva y el consumo de nutrientes. La producción y la composición diaria de leche, y la ganancia diaria de pesos se compararon entre grupos en cada finca por separado. Las medias de tratamiento se compararon mediante prueba T- Student, utilizando un nivel de significancia $p = 0.05$.

Resultados y Discusión

Disponibilidad y consumo de forraje

Durante el periodo de evaluación se evidenció variación de la disponibilidad de forraje de acuerdo con la época del año. Se presentó mayor producción de forraje disponible en la época de lluvias (abril-octubre) con un promedio de 726.3 ± 470 kg MS/ha, con valores máximos de 3 522 kg de MS/ha y mínimos de 39 kg de MS/ha en época de extrema sequía (noviembre-marzo), representando una reducción del 94.6 % en la producción del forraje entre épocas. La dinámica de la oferta forrajera para vacas y crías por finca, durante las dos épocas (lluvia y sequía) se muestra en la Figura 1. Se presentó mayor producción de forraje en las dos fincas ubicadas en el valle del Sinú (Tierralta y San Carlos), comparada con aquellas ubicadas en Bolívar (El Carmen de Bolívar y Magangué) en las cuales, en la época de lluvias la producción de forraje correspondió

solo al 66 % de la obtenida en las dos fincas de Córdoba, debido a que la precipitación fue menor y se concentró en un número menor de meses y eventos de lluvia.

La tendencia a la reducción en la producción forrajera durante la época de sequía, aunque fue generalizada, se acentuó en las localidades con predominio de pasto colosuana y en zona de sabanas donde la precipitación es menor que en el valle del Sinú (Guzmán et al., 2014). En general, para las cuatro localidades los valores máximos de disponibilidad de forraje fueron superiores a los reportados por Cuadrado et al. (1998) en época seca con el pasto colosuana, y el mínimo fue inferior, lo que puede explicarse porque los años de 2015 y 2016 presentaron baja pluviosidad y este pasto reduce su producción en época menos lluviosa (Roncallo, et al., 2020).

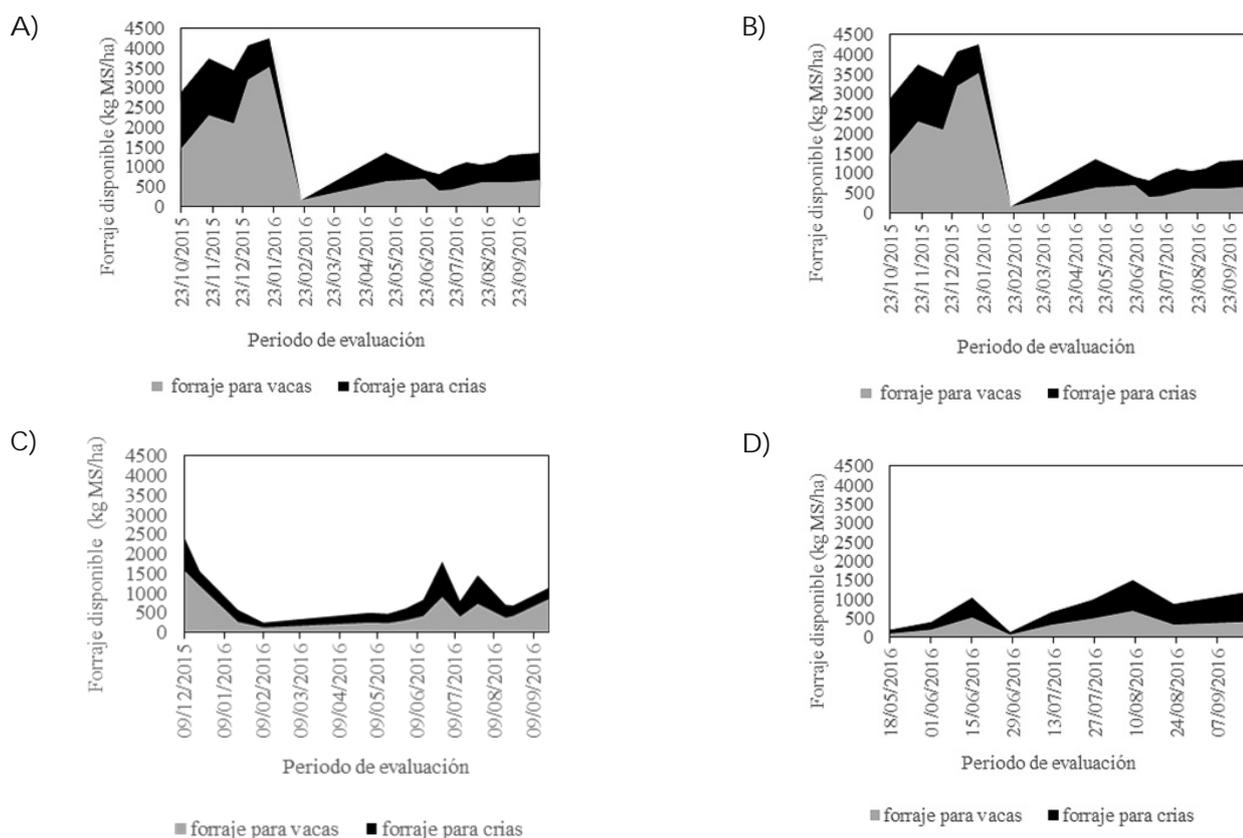


Figura 1. Dinámica de la disponibilidad de forraje de colosuana en mezcla con ángleton y mombasa en praderas dedicadas a pastoreo de vacas y crías experimentales del sistema doble propósito en: a) Tierralta, b) San Carlos, c) El Carmen de Bolívar y d) Magangué.

Balance de energía y proteína en pastos

Los pastos presentaron una relación de nutrientes digestibles totales (NDT): proteína (PB) de 4.49 ± 0.45 , 4.64 ± 0.13 y 5.12 ± 0.29 para colosuana, ángleton y mombasa, respectivamente. La relación (NDT:PB) estuvo en el rango entre 4 - 7.

Cuadro 4. Composición nutricional de pastos ángleton, colosuana, y mombasa (media \pm EE).

Pasto	MS (%)	PC (%)	Cenizas (%)	FDN (%)	FDA (%)	NDT (%)	DIVMS (%)	¹ EM (Mcal/kg)	ENm (Mcal/kg)	ENL (Mcal/kg)
Colosuana	24.5 ± 1.0	12.3 ± 1.5	15.2 ± 0.3	62.0 ± 1.4	29.2 ± 0.5	54.8 ± 1.3	66.1 ± 0.4	1.98 ± 0.05	1.13 ± 0.04	1.22 ± 0.03
Ángleton	21.1 ± 2.1	11.1 ± 1.0	14.3 ± 0.7	66.7 ± 3.7	33.3 ± 2.5	52.8 ± 1.3	62.9 ± 2.0	1.91 ± 0.05	1.07 ± 0.05	1.17 ± 0.03
Mombasa	23.1 ± 0.4	11.0 ± 2.4	11.9 ± 0.3	72.8 ± 2.7	36.4 ± 2.5	52.7 ± 2.2	61.4 ± 1.8	1.90 ± 0.08	1.06 ± 0.08	1.17 ± 0.06

¹Valores calculados de energía disponible: NDT; Nutrientes digestibles totales EM: energía metabolizable ENm: energía de mantenimiento ENL: energía neta de lactancia

En el cuadro 5 se presentan los resultados del consumo de nutrientes estimados de animales para cada tratamiento en las fincas experimentales. El consumo de MS del pasto (kg MS/día) en animales de los tratamientos DProd y DEP correspondió en promedio a 9.42 y 10.67 kg, respectivamente. El consumo de suplemento con base al peso vivo (% PV) correspondió al 1.69 y 1.0 % de MS, respectivamente. En animales del tratamiento DProd se encontraron mayores consumos de materia seca total (MST) de

De acuerdo con Soto y Reinoso (2008) basados en estudios de Beck et al. (2005) los bovinos bajo pastoreo que consumen un forraje con adecuado nivel de nitrógeno, es decir que presentan una relación NDT: PB entre 4 y 7 deberían presentar una respuesta satisfactoria a suplementación energética.

fibra en detergente neutro corregida (FDNcp) y carbohidratos totales (CHOT) entre fincas ($p = 0.055$), lo cual estaría asociado a la mayor disponibilidad de biomasa comestible (kg/d) para las vacas representada en forrajes frescos de caña y yuca y ensilajes (Cuadro 1), los cuales se caracterizan por la mayor concentración de fibra y carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa). No hubo diferencias en el consumo de NDT y EM (Mcal/día) ($p > 0.05$) en animales de diferentes tratamientos DProd y DEP. En

el tratamiento DEP los consumos de PC y EE fueron superiores ($p < 0.05$) comparados con el tratamiento DProd, lo que estaría relacionado con la mayor proporción y calidad de los subproductos provenientes de cereales, y fuentes de oleaginosas

como la palma de aceite y el algodón en la dieta balanceada, que se caracterizan presentar mayor disponibilidad de energía (almidones y lípidos) y proteína, aumentando la calidad de la dieta (Lana, 2007; Moreno et al., 2014).

Cuadro 5. Consumo y digestibilidad de nutrientes (g/día) estimados durante el segundo tercio de lactancia en vacas de diferentes tratamientos en cuatro fincas experimentales de Bolívar y Córdoba

Tratamiento	DProd ¹				DEP ²				P-valor
	Tierralta	San Carlos	Carmen de Bolívar	Magangué	Tierralta	San Carlos	Carmen de Bolívar	Magangué	
	³ Consumo de nutrientes (g/d)								
MS pastos(g) ³	8000	10000	10800	8900	11700	10000	10000	11000	0.153
MS suplemento (g)	6000	7000	6000	6000	2370	3400	3700	2.800	0.009*
MS suplemento (%PV)	1.5	1.8	1.6	1.8	0.53	0.87	1.02	0.85	0.008*
MS Total, (Kg)	14.0	17.0	16.8	14.9	14.0	13.4	13.7	13.8	0.0549
PC (g)	1422	1900	1814	1541	1959	2000	2089	1826	0.009*
EE (g)	0.298	0.374	0.432	0.432	0.560	0.623	0.682	0.609	0.001*
FDNcp (g)	8921	11082	9623	9623	8823	8067	8419	8785	0.047*
CHOT(g)	10678	12518	10796	10796	9898	9386	9803	10037	0.031*
NDT (g)	8087	8778	8778	8261	7912	7659	7935	7848	0.345
EM (Mcal/d)	29.0	31.1	30.9	28.0	28.8	29.0	30.0	28.5	0.08

¹DProd: nutrientes en la dieta suministrada por el productor

²DEP: nutrientes en la Dieta energético-proteica

³MSpastos3: corresponde a la mezcla de ángleton, colosuana y consumo estimado de nutrientes diarios (g/día) durante el periodo experimental. MS: materia seca PC: proteína cruda, EE: extracto etéreo, FDNcp: fibra en detergente neutro corregida, CHOT: carbohidratos totales= 100- (% de PB + % de EE + % de cenizas), NDT: nutrientes digestibles totales, EM: energía metabolizable.

*Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

Producción de leche y composición diaria de leche

La producción de leche (PLD) individual (litros/vaca/día) fue mayor en las vacas DEP de las fincas de San Carlos ($p < 0.035$) y El Carmen de Bolívar ($p < 0.001$), con aumentos en la PLD de 11 % y 19 % con respecto al tratamiento DProd; mientras que en las fincas de Magangué y Tierralta no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre grupos en la PLD (Cuadro 6). La PLD (kg) en animales de la dieta DEP en la finca de San Carlos, fue similar a la PLD reportada por Magaña et al., (2016) de 6.7 kg en vacas cruzadas de DP en pastoreo estrella (*Cynodon nlenfuensis*) y suplementadas con 2.0 kg de concentrado diario de 6.9 kg de vacas en pastoreo en un sistema de DP suplementadas con ensilaje de mombasa y subproductos, semilla de algodón y salvado de arroz, en Córdoba, Colombia (Mejía et al. 2013).

Los resultados de la producción diaria de leche en las fincas de El Carmen de Bolívar coinciden con lo reportado por Guerrero (2002) en Venezuela quien reportó una producción de 4.38 kg/d en vacas doble propósito en pastoreo de *Cynodon plectostachyus*, y que fueron suplementadas con 1.0 kg de harina de raíz de yuca y 0.04 kg de urea. En igual forma Mejía et al. (2013) encontraron una producción de 4.3 kg/d en vacas doble propósito en pastoreo que fueron

suplementadas con ensilaje de sorgo, semilla de algodón, y salvado de arroz en las condiciones del Caribe húmedo de Colombia.

Las mayores producciones de leche en vacas de fincas de San Carlos y el Carmen de Bolívar del tratamiento DEP estarían posiblemente relacionadas con la mayores densidades de proteína en la dieta, que correspondieron a 2000 y 2089 g/d (Cuadro 4), lo que contribuiría a mejorar la eficiencia microorganismos ruminales y producción de ácidos grasos volátiles con mayores concentraciones molares de propionato en rumen, como principal precursor glucogénico en hígado, y la mayor cantidad de glucosa disponible como precursor de la síntesis de lactosa. (Griinari et al., 1997; Mestra et al., 2013). Al comparar los resultados de la PLD del presente estudio con los reportados por otros autores sobre suplementaciones para vacas de SDP, se encuentra que PLD inferiores a las observadas en el grupo de vacas bajo el tratamiento de DEP en fincas de San Carlos y El Carmen de Bolívar, han sido reportadas por varios autores utilizando la misma base forrajera con y sin suplementación. Briñez et al., (2008), en vacas del SDP con pastos estrella (*Cynodon plectostachyus*), húmedicola (*Brachiaria humidicola*) y Brizanta (*Brachiaria brizanta*) y suplementación con un kilogramo de maíz (*Z. mays*) obtuvo 3.11 kg /d.



Cuadro 6. Producción de la leche diaria promedio de vacas experimentales en cuatro fincas de Bolívar y Córdoba

Finca	Análisis	Producción de leche (kg/a/d)		P- valor
		DEP	DProd	
Carmen de Bolívar	Media	6.42 ± 0.87	5.73 ± 1.4 *	0.035
Magangué	Media	3.06 ± 0.5	3.16 ± 0.6	0.362
San Carlos	Media	4.29 ± 0.9	3.60 ± 0.8*	0.008
Tierralta	Media	3.64 ± 0.5	3.68 ± 0.5	0.474

*Diferencias estadísticas significativas (p < 0.05)

Con la utilización de el pasto colosuana (*Botriochloa pertusa*) como base forrajera, se han reportado valores de PLD de 2.45 kg/d en vacas SDP sin suplementación y 3.24 kg/d con el suministro de ensilaje salino de frutos maduros de arbóreas forrajeras (*Crescentia cujete*) (Botero et al., 2011), y PDL de 3.98 kg/d con pastos de corte (*Pennisetum purpureum*) o ensilajes compuestos de pastos de corte + leguminosas (*Pennisetum purpureum* + *Leucaena leucocephala*), siendo superiores a las PDL del lote sin suplementación (Roncallo et al., 2012). Finalmente, en estudios realizados por Barragán et al. (2020) con vacas del SDP en pastoreo asociado con sistemas silvopastoriles y suplementadas con subproductos de la industria de palma africana, en fincas de los municipios del Sur del Atlántico, Colombia las PDL han sido de 2.9 y 3.8 kg.

Las PLD observadas en los anteriores estudios evidencian que a pesar de las mayores concentraciones de energía (Mcal/kg) disponible en los subproductos de la agroindustria y en los forrajes frescos y/o conservados utilizados, existe la necesidad de complementar integralmente la alimentación de los animales con compuestos nitrogenados que ayuden a suplir el déficit de energía digestible que se presenta por restricción en el consumo de nitrógeno. En los sistemas de alimentación basados en pastos tropicales, el valor nutritivo se altera drásticamente conforme avanza el estado de madurez del forraje (Ramos et al. 1998, Ayala y Aguilar, 2011), lo que puede limitar la digestibilidad de los alimentos y el desempeño en la producción de leche de vacas en los sistemas de doble propósito.

Al respecto, Magaña et al. (2016), indican que una de las limitaciones de la producción en los sistemas de doble propósito de los trópicos, se debe principalmente a una deficiente alimentación asociada a la baja calidad nutricional de las gramíneas de pastoreo disponibles, así como a la falta de un biotipo racial con alto potencial de producción de leche (Parra et al., 1998; Aguilar et al., 2009), debido a que la mayoría de estos sistemas depende de la utilización de animales cruzados de razas lecheras especializadas y de razas cebú.

Por otra parte, la suplementación alimenticia con concentrados o subproductos procesados en los SDP no es una práctica ampliamente difundida (Holmann et al., 2004; Tinoco-Magaña et al., 2012), por lo que se requiere que la alimentación de vacas sea atendida desde la fase inicial de la lactancia. Para contrarrestar los efectos negativos del estrés metabólico que se presenta en las vacas por la movilización de nutrientes durante la lactancia (Duque et al., 2011; Cervantes 2014), es necesario suplir desde el inicio de esta las crecientes necesidades de consumo de materia seca diaria y los requerimientos de energía y proteína metabolizable para el mantenimiento y la producción de leche.

En las cuatro fincas la composición de la leche no se vio afectada por las dietas evaluadas. Los valores promedio de grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa obtenidos fueron 3.50 ± 0.5 %, 3.4 ± 0.3 %, 12 ± 0.6 %, 9.2 ± 0.3 % y 4.75 ± 0.4 % en vacas durante el segundo tercio de la lactancia. De manera similar, la ausencia de cambios en la composición de leche de vacas bajo diferentes condiciones del manejo alimenticio, se han reportado en estudios realizados por De Oliveira et al. (2013) y Guimarães et al. (2014), quienes evaluaron la variación en las cantidades de forraje, concentrados o subproductos de agroindustria (kg/día) y diferentes niveles de proteínas sobre la calidad de la leche de vacas en sistemas de doble propósito. Sin embargo, tomando como referencia la tabla de clasificación de la calidad de leche, de acuerdo con algunos parámetros de calidad descritos por Calderón et al. (2006), para la región Caribe colombiana, la calidad de la leche obtenida en el presente estudio se ubica dentro de los rangos de leche catalogada como de excelente y buena calidad.

Ganancia de peso de vacas y crías

La ganancia diaria de peso (GDP) de las vacas en tratamientos DProd vs DEP solo presentó diferencias (p < 0.05) en la finca de San Carlos, con promedios de 0.375 ± 0.07 y 0.01 ± 0.00 kg a/día, respectivamente. En las otras fincas no hubo diferencias entre tratamientos (Cuadro 7).



Cuadro 7. Ganancia diaria de peso promedio de vacas experimentales en cuatro fincas de Bolívar y Córdoba

Finca	GDP Vaca (kg/a/d)			GDP crías (kg/a/d)			P- valor
	Análisis	DEP ¹	DProd ²	P- valor	DEP ¹	DProd ²	
Carmen de Bolívar	Media	0.245 ± 0.07	0.203 ± 0.09	0.378	0.470 ± 0.01	0.407 ± 0.03	0.037*
Magangué	Media	0.095 ± 0.01	0.105 ± 0.02	0.434	0.331 ± 0.01	0.301 ± 0.04	0.232
San Carlos	Media	0.375 ± 0.07	0.01 ± 0.00	0.05	0.246 ± 0.10	0.120 ± 0.09	0.048*
Tierralta	Media	0.06 ± 0.04	0.05 ± 0.01	0.41	0.347 ± 0.12	0.340 ± 0.01	0.474

*Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

¹DEP: nutrientes en la Dieta energético-proteica

²DProd: nutrientes en la Dieta suministrada por el productor

Con relación a la ganancia de peso de las crías (GDP), solo se presentaron diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$) en GDP en la finca de El Carmen de Bolívar con promedios 0.47 ± 0.01 y 0.41 ± 0.03 kg/a/d y en San Carlos con valores promedio de 0.246 ± 0.1 y 0.120 ± 0.09 kg/a/d para la DEP frente a la Dprod respectivamente (Cuadro 6). Esto estaría relacionado con la mayor producción de leche de las madres asociado con el manejo de la alimentación durante el periodo de estudio. Resultados similares en la GDP de crías de la finca El Carmen de Bolívar, han

sido reportados por Oviedo et al., (2011) con GDP de 0.484 kg/a/d y por González-Stagnaro et al. (2006), con GDP de 0.462 kg/a/d. En las fincas de Tierralta y Magangué no se encontraron diferencias entre tratamientos Dprod y DEP, respectivamente. Estos resultados están acordes con estudios realizados por Solano (2006) en sistemas de DP en el municipio de Valledupar, Cesar, quien no encontró aumento de ganancia de peso diario en terneros lactantes de vacas DP

Conclusiones

En las unidades productivas evaluadas en San Carlos y El Carmen de Bolívar, las vacas que recibieron suplementación mediante una dieta balanceada, en comparación con la dieta suministrada por el productor, presentaron mayor consumo de proteína y de grasa que influyó positivamente en la producción

de leche y en la ganancia de peso de los terneros. La suplementación con subproductos agroindustriales no convencionales fue una alternativa viable para mejorar la producción de leche y la ganancia de peso de los terneros en fincas del Caribe húmedo colombiano.

Conflicto de intereses

Los autores partícipes de esta publicación realizaron aportes significativos al manuscrito y están de acuerdo

y expresan que no existe conflicto de intereses que impida su realización.

Cuidado y uso de animales

Los métodos y procedimientos de esta investigación fueron aprobados por el Comité Científico de la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA

teniendo en cuenta los protocolos de cuidado y uso de animales para investigación (FUA Formato para uso de animales GA-F-191).

Literatura Citada

- Aguilar-Pérez, C., Ku-Vera, J., Centurión-Castro, F., Garnsworthy, P. C. 2009. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. *Livestock Science*, 122(2-3), 227-233. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.004>
- AOAC. 2019. Official methods of analysis. 21th ed. Ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. USA.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18 th ed. Ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. USA.
- Ayala-Burgos, A., and C. Aguilar-Pérez. 2011. Balance energético/proteico para intensificar la producción animal en los sistemas silvopastoriles. III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI. Morelia, Michoacán, México. http://cipav.org.co/sdm_downloads/sistemas-agroforestales-funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales/
- Arango, O., y W. A. C. Vivas. 2017. Evaluación productiva y composicional de la leche en vacas doble propósito, alimentadas con dos suplementos



- alimenticios a base de caña de azúcar procesada. *Revista Gestión y Región*, (24): 75-91.
- Ariza-Nieto, C., O. Mayorga, B. Mojica, D. Parra, y G. Afanador-TellezG. 2018. Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 26 (1):44-52. <https://doi.org/10.1177/0967033517746900>
- Bach, A. 2012. Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. *Journal of Animal Science*, 90:1835-1845. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4516>
- Barragán-Hernández, W., L. Mestra-Vargas, D. Portilla-Pinzon, J. A. Mejía-Luquez, y R. J. Henríquez-Crespo. 2020. Efecto de subproductos de palma africana en la producción y calidad de leche bovina en el sur del departamento del Atlántico, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(2):1-15. https://doi.org/10.21930/rcta.vol1_num2_art:1132
- Barahona, R. 2015. Manejo de forrajes tropicales. Ponencia en el Congreso Nacional Lechero. Cámara Nacional de Productores de Leche. San José, Costa Rica.
- Beck, P. A., D. S. Hubbell, K. B. Watkins, S. A. Gunter, L. B. Daniels. 2005. Performance of stocker cattle grazing cool-season annual grass mixtures in northern Arkansas. *The Professional Animal Scientist*, 21(6):465-473. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31251-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31251-1)
- Botero, L. M., J. De La Ossa. 2011. Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*) en ganado vacuno de doble propósito. *Zootecnia Tropical*, 29(3):293-300. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000300005&lng=es&nrm=iso
- Bríñez, W. J., E. Valbuena, G. Castro, A. Tovar, J. Ruiz-Ramírez. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, 18(5): 607-617. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15403>
- Cajas-Girón, Y. S., P. A. Cuesta, J. Martínez, T. L. C. Arreaza, R. Barahona. 2011. Implementación de estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y sostenibilidad de sistemas de doble propósito en las sabanas de la Región Caribe colombiana. "XI Encuentro Nacional y IV Internacional de investigadores de las Ciencias Pecuarias –ENICIP". Memorias: *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3):495.
- Calderón, A., F. García, G. Martínez. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ*. 11(1):725-737.
- Cerón-Muñoz, M. F., V. A. F. Henao, B. O. D. Múnera, R. A. C. Herrera, G. A. Díaz, M. A. M. Parra, P. C. H. Tamayo. 2014. Concentración de nitrógeno ureico en leche-Interpretación y aplicación práctica, Medellín, Colombia. Fondo Editorial: Biogenesis. 1-26.
- Cervantes, P., S. Trujillo, A. Hernandez, B. Domínguez J. A. Andrade. 2014. Protein and endocrine homeostasis in dairy cows in tropical in transition period. *Rev AICA*. 4:83-85. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2014/Trabajo098_AICA2014.pdf
- Cherobin, V. C., Garzón, J. P., Alvarado, J. P., Marini, P. P. R. 2019. Condición corporal y su relación con producción láctea, reproducción y perfil metabólico en vacas lecheras del trópico boliviano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1):107-118. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14459>
- Cortés, F. 2012. Nitrógeno úrico en leche MUN y Nitrógeno úrico en sangre BUN. <http://prezi.com/bx3rmwcbns/mun-y-bun>. 12 p
- Cuadrado, H., J. Ballesteros, L. Torregroza. 1998. Producción, composición química y digestibilidad del pasto Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) en diferentes épocas y edad de rebrote. *Proyección investigativa* 4. P 89-95.
- De Oliveira, P. J., L. R. De Paula, R. M. A. Teixeira, D. D. C. De Abreu, C. P. Ghedini. 2013. Produção de leite em função de níveis de suplementação com concentrados para vacas leiteiras pastejando capim-elefante. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 7(1): 61-78. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130005>
- Diskin, M. G., D. A. Kenny. 2016. Managing the reproductive performance of beef cows. *Theriogenology*, 86(1):379-387. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.052>
- Duque, Q. M., M. Olivera, R. Rosero-Noguera. 2011. Protected fat supplementation and energy metabolism in cows during early lactation. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(1):74-82. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000100010&lng=en&tlng=es

- Federación Colombiana de Ganaderos - FEDEGAN Fondo Nacional del Ganado – FNG. 2021. Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/general>
- FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos, Colombia). 2018. Fichas de caracterización departamental (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 27 set. 2018. <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>
- Fonseca, A. A. D., A. D. M. Zanine, M. D. Ribeiro, F. D. P. Leonel, D. D. J. Ferreira, A. L. D. Souza, C. R. Corrêa Neto. 2016. Desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com resíduos de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(1):76-85. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000100010>
- Garmendia, J. 2005. Suplementación estratégica de vacas alrededor del parto. IX Congreso de pastos y forrajes. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. 112-129 p.
- Geney, M. F. Evaluación de la suplementación a partir de Harina Algarrobbillo (*Pithecellobium saman*), y Torta de Palmiste (*Elaeis guineensis*) en vacas doble propósito en pastoreo para mejorar parámetros productivos.
- Giraldo Arana, D. y L. F. Uribe Velasquez. 2012. Estrategias para mejorar la condición corporal postparto en vacas de carne. *Bioalud*, 11 (1):71-89. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/bioalud/article/view/4733>
- Gonzalez-Stagnaro, C., J. G. Llaque, M. A. Rodríguez-Urbina, N. Madrid-Bury, D. G. Villalobos. 2006. Introduction to breeding in crossbred dual-purpose heifers. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(1): 1-9. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/321
- Griinari, J. M., McGuire, M. A., Dwyer, D. A., Bauman, D. E., Barbano, D. M., & House, W. A. 1997. The role of insulin in the regulation of milk protein synthesis in dairy cows. *Journal of dairy science*, 80(10), 2361-2371. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76187-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76187-3)
- Grigera, J., Bargo F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Informe técnico. Consultores ELANCO, Animal health. www.Producción-animal.com.ar
- Guerrero, S., M. Castejón. 2002. Suplementación de vacas doble propósito a pastoreo con harina de yuca. *Rev. Científica de la Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*. Vol 12 (2):548-551. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14925>
- Guzmán, D., Ruiz, J. F., & Cadena, M. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales (ACP). IDEAM: Bogotá, Colombia. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21141/Regionalizacion+de+la+Precipitacion+Media+Mensual/1239c8b3-299d-4099-bf52-55a414557119>
- Guimarães, D. O., V. S. De Oliveira, S. G. R. De Arruda, A. D. F. Santos, S. D. Dos Santos, F. L. De Oliveira, J. S. S. Goveia. 2014. Performance of dairy cows in pasture supplemented with levels of concentrate and crude protein. *Semina: Ciências Agrárias*, 35 (6), 3287-3304. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3287.1999>
- Holmann, F. J., L. Rivas Rios, L., J. E. Carulla, B. Rivera, L. A. Giraldo, S. Guzmán, M. Martínez, A. Medina, A. Farrow. 2004. Producción de leche y su relación con los mercados: Caso Colombiano Ciat Ilri (Documento de trabajo N.º193). http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/books/Produccion_leche_relacion_mercados_caso_Colombiana.pdf
- Hoyos, p. 1994. Monitoreo de pasturas a nivel de finca. Descripción del método de disponibilidad por frecuencia. CIAT, Cali, Colombia. 8p.
- Instituto Colombiano Agropecuario- ICA. 2020. Censo bovino Nacional. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- Instituto Colombiano de Normas técnicas y Certificación- ICONTEC. 2000. Alimentos para animales: Determinación del contenido de humedad y materia volátil. Bogotá: ICONTEC: 2000:1-12 (NTC 4888).
- Lana, R. 2007. *Nutrição e alimentação animal (Mitos y Realidades) 2 da Edição*. Editoria UFV. Viçosa. 244p. ISBN: 978-85-9050-672-0
- Licitra, G., T. M. Hernandez, y P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 57(4), 347-358. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
- Magaña, M. J. G., L. E. Luis, C. J. C. Segura, L. J. R. Aké, P. R. C. Montes, P. C. F. Aguilar. 2016. Comportamiento productivo de vacas cruzadas en un sistema de doble propósito en Yucatán, México. *Livestock Research for Rural Development*, 8, Article #156. <http://www.lrrd.org/lrrd28/9/maga28156.html>

- Martínez, M., J. Bravo, M. Betancourt, V. Moran. 2001. Efecto de la suplementación sobre el crecimiento de becerros mestizos en la época seca. *Zootecnia Tropical* 19(1):31-42.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a08.pdf>.
- Mejía, K. S., C. H. Cuadrado, E. T. Rivero. 2013. Manejo Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana. Bogotá (Colombia): Editorial. CORPOICA.
- Mertens, D. R. 2002. Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fibre in Feeds with Refluxing Beakers or Crucibles: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217-1240.
- Mestra, L. I. V., R. D. P. Lana, J. C. P. Silva, C. M. Veloso, A. C. D. Queiroz, D. M. D. Fonseca, L. N. Rennó. 2013. Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3 (1):117-127.
- Moore, J. E., M. H. Brant, W. E. Kunkle, D. I. Hopkins. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *Journal of Animal Science*, 77(suppl_2), 122-135.
https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_2122x
- Moreno, F. M., D. C. de Moura, e G. L. J. Valerio. 2014. Coprodutos, C.S.E. Revisão Bibliografica. *Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, MT*, 12 (1):87-100
- National Research Council. 1996. Nutrient requirement of beef cattle. 6th Edition. National Academy Press. Washington, DC. USA.
- Oviedo, E., A. Pastrana, L. Maza, R. Salgado, O. Vergara. 2011. Suplementación de terneras doble propósito Suplementación de terneras doble propósito en el valle medio del Sinú Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 14(1): 57 – 62
- Parra, J. L, M. Martinez H. Pardo, S. Vargas. 1998. Mastitis y calidad de la leche en el piedemonte del Meta y Cundinamarca. *Boletín de Investigación No. 2. CORPOICA. C.I. La Libertad.*
[http://137.117.40.77:8080/bitstream/11348/3881/1/20061127164556_Mastitis %20y %20calidad %20de %20la %20leche.pdf](http://137.117.40.77:8080/bitstream/11348/3881/1/20061127164556_Mastitis%20y%20calidad%20de%20la%20leche.pdf).
- Patiño, P. R., Prieto, M. E., Montes, V.D., Meza, S. O., Sierra, P. A. 2012: Evaluación de estrategias de manejo alimenticio de terneros del sistema Doble Propósito en la región Sabanas del departamento de Sucre, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24, Article #90. Retrieved May 30, 2022, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/5/pati24090.htm>
- Ramos, J. A., G. Mendoza, I. E. M. Aranda, C. Garcia, R. Barcena, J. Alanis. 1998. Escape protein supplementation of growing steers grazing stargrass. *Animal Feed Science and Technology*, 70: 249-256.
[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00039-4)
- Rinehart, L., 2008. Nutrición para Rumiantes en Pastoreo. ATTRA. <https://attra.ncat.org/wp-content/uploads/2019/05/rumiantes.pdf>. 19 p. consultado 24/3/2021
- Roncallo, B., A. M. Sierra, E. Castro, E. 2012. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 13(1), 71–78.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num1_art:242
- Roncallo-Fandiño, B. A., M. Soca-Pérez, F. Ojeda-García. 2020. Comportamiento productivo de bovinos macho en desarrollo en dos explotaciones ganaderas del valle del Cesar en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 43 (3):212-220.
- Santana, A., C. Camacho, L. Estevés, M. Gómez, J. Gutiérrez, M. Rozo, y H. Ballesteros. 2009. Agenda prospectiva de la investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, COL.
- Solano, G. W. A. 2006. Respuesta a suplementación de terneros lactantes del sistema doble propósito en el Norte del cesar. [Tesis de pregrado]. Universidad de La Salle, Bogotá, D.C.
- Soto, C., Reinoso, V. 2008. Suplementación con proteína no degradable en rumen en ganado de carne. https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/73-NO_DEGRADABLE.pdf
- Tinoco-Magaña, J. C., C. F. Aguilar, R. Delgado, J. G. Magaña, J. C. Ku-Vera, C. J. Herrera. 2012. Effects of energy supplementation on productivity of dual-purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. *Trop Anim Health Prod.* 44:1073-1078.
<https://doi.org/10.1007/s11250-011-0042-8>
- Triana, M., E. Mogollón. 2014. Efecto de la Suplementación con Saccharina sobre Indicadores Productivos, Ruminales y Sanguíneos de Bovinos doble Propósito del Centro de Investigación Agropecuario la Fortuna.
<http://hdl.handle.net/20.500.12494/65>