

Manual de alimentación para vacas del sistema doble propósito del Caribe húmedo colombiano

PREPRINT

Este PDF es una versión preliminar. La obra definitiva se encuentra actualmente en proceso de edición

Manual de alimentación para vacas del sistema doble propósito del Caribe húmedo colombiano

Lorena Inés MestraVargas

Martha Oliva Santana Rodríguez

Hernando Flórez Díaz

Colección Prácticas Agropecuarias

Contenido

Agradecimientos

Presentación

Glosario

Capítulo I

Antecedentes o situación actual de la producción de leche en Colombia

Capítulo II

Caracterización de los sistemas de producción doble propósito en el Caribe húmedo

Antecedentes

Resultados de la caracterización de los sistemas de producción de leche en el Caribe húmedo

Clasificación de las unidades productivas por actividad ganadera

Clasificación de los sistemas de producción caracterizados usando criterio de la FAO

Sistema de alimentación mixtos con riego (MRH)

Características generales de las unidades productivas caracterizadas

Capítulo III

Diversidad de los recursos utilizados para alimentación de bovinos doble propósito en el Caribe húmedo colombiano

Recursos alimenticios utilizados y forma de uso en los sistemas ganaderos de producción de leche del Caribe húmedo

Resultados de la colecta de especies alimenticias en las unidades productivas

- Cultivos forrajeros
- Leguminosas forrajeras

Especies utilizadas en sistemas silvopastoriles y bosques de conservación

- Área en cultivos o huerta para autoconsumo
- Cultivos permanentes y/o maderables de unidades productivas
- Co-productos y subproductos

Capítulo IV

Aporte nutricional de los alimentos

Alimentos utilizados en la ganadería de doble propósito

Composición bromatológica y nutricional de los pastos, cultivos forrajeros y subproductos utilizados en la alimentación de los bovinos del sistema doble propósito

Resultados de la caracterización de recursos alimenticios con potencial de uso en sistemas de alimentación de doble propósito

Composición de pastos bajo plan de fertilización

Composición bromatológica de pastos a diferentes edades de rebrote

Composición bromatológica del pasto según la época del año

Composición bromatológica de pastos de corte

Composición bromatológica de leguminosas

Capítulo V

Dietas utilizadas por los productores del Caribe húmedo para la alimentación de bovinos doble propósito

Descripción de dietas utilizadas en las UP del Caribe húmedo caracterizadas

Evaluación de dietas energético- proteicas y su efecto sobre la eficiencia productiva y reproductiva de vacas lactantes

Resultados

Capítulo VI

Recomendaciones de uso de alimentos no convencionales y formulación de raciones para vacas doble propósito del Caribe húmedo

Paso a paso para la formulación de raciones mediante la utilización del programa de balanceo de raciones Large Ruminant Nutrition System LRNS*

Resumen de la composición de la dieta en base fresca y seca y proporción de ingredientes para vacas doble propósito en lactancia de la finca Los Ángeles, municipio de Cáceres

Capítulo VII

Raciones para vacas doble propósito del caribe húmedo colombiano. Estudios de caso

Caso 1. Balance de ración para vacas lactantes doble propósito vacías

Formulación de las raciones

Caso 2. Balance de ración para vacas lactantes en segundo tercio de gestación

Formulación de la ración

Consideraciones para la elaboración de las mezclas de subproductos

Consideraciones finales

Referencias

Autoría

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento y agradecimiento a todos los participantes en el proyecto: “Tres recomendaciones de manejo nutricional para para mejorar la producción y calidad de carne y leche en ganaderías del Caribe Húmedo”, ejecutado por la Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria (Agrosavia) y cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – (MADR) mediante los convenios TV 15 y TV 16 (411-1327 y 411-158). De igual manera, agradecen a los productores y operarios que participaron en la fase experimental.

Introducción

La ganadería en Colombia constituye un pilar estratégico de la economía nacional por su participación en el PIB, su aporte a la seguridad alimentaria a través de la canasta familiar y de alimentos, y su capacidad de generación de empleo. Esta actividad se caracteriza por la diversidad de sistemas productivos, especialmente en el sector lechero, donde coexisten modelos especializados y de doble propósito.

Los sistemas especializados predominan en zonas de alta altitud y el sistema doble propósito predomina en regiones bajas, principalmente en la región Caribe. La eficiencia del doble propósito se sustenta en la incorporación de recursos abundantes de la región, lo que permite mantener costos unitarios competitivos de la producción (Gammarra, 2004) citado por Silva *et al.*, 2011. En general la producción ganadera se soporta en pastoreo, lo que representa ventajas desde el punto de vista económico y de calidad de producto. Estas condiciones cobran relevancia en un contexto global en el que los consumidores y las industrias demandan alimentos obtenidos bajo criterios de sostenibilidad, bienestar animal y ausencia de contaminantes, alineados con las nuevas tendencias de los mercados agroalimentarios.

Un aspecto decisivo para la eficiencia de estos sistemas es el manejo nutricional durante el periodo comprendido entre el preparto y el posparto temprano. En esta etapa ocurren importantes cambios metabólicos que buscan movilizar nutrientes hacia la glándula mamaria, influyendo directamente en el desempeño productivo de la vaca y en el futuro de las crías (Urrutia y Muñoz, 2020). Por lo tanto, en este manual se presentan las principales características del sistema doble propósito identificadas en el caribe húmedo colombiano, haciendo énfasis en las prácticas de alimentación empleadas por los productores, el uso de recursos no convencionales y las oportunidades para incrementar la productividad de estas ganaderías.

En el primer capítulo se describe la situación actual de la producción de leche en Colombia comparativamente con otros países, regiones productoras, procedencia de la leche por sistema de producción, especializado o doble propósito. En el segundo capítulo se presentan los resultados de la caracterización de los sistemas de producción doble propósito en el caribe húmedo, como una línea base ya que falta información detallada de estos sistemas. En el capítulo tres se enfatiza en la diversidad de los recursos para alimentación de bovinos doble propósito en el caribe húmedo como iniciativa para obtener una canasta de alimentos en la zona del caribe húmedo. En el cuarto capítulo se hace un recuento del aporte nutricional que hacen los distintos alimentos al ganado doble propósito; el quinto capítulo hace relación a la composición bromatológica y nutricional de los pastos, cultivos forrajeros y subproductos utilizados en la alimentación de bovinos doble propósito. El sexto y séptimo capítulo se incluyen el desarrollo, ajuste y evaluación de dietas energético- proteicas para vacas lactantes durante las etapas de pre y post parto, y estudios de caso utilizando ingredientes disponibles (producidos o adquiridos) en la región, datos de composición de los alimentos hechos específicamente para el sistema de producción o consultados en la plataforma de alimentos tropicales –Alimentro generada por Agrosavia, el software LRNS para la formulación de dietas para los bovinos doble propósito.

Esta publicación está dirigida a productores, asistentes técnicos y la comunidad en general. Se espera que el conocimiento más detallado de los sistemas productivos de la zona estudiada, la utilización de la base de datos de valor nutricional de los alimentos presentada y la disponible en Alimentro, el uso del sistema NIRS para análisis de muestras y la aplicación de buenas prácticas en la alimentación descritas aquí contribuyan a mejorar la productividad del sistema en el caribe húmedo colombiano. No obstante, es indispensable contar con la asesoría de un profesional para la generación y aplicación de dietas que permitan una alimentación adecuada para el ganado doble propósito y mejorar los ingresos del sistema productivo.

Glosario

Coproductos: Son bienes que comparten una misma base de producto.

Ración: Cantidad de alimento que se da en una comida a una persona o animal.

Subproducto: hace referencia a excedentes o excesos que se obtienen a partir de un producto y pueden ser destinados a la venta, generalmente, con un proceso adicional.

UP: Unidad productiva, se asocia a la UPA definida por la UPRA en el censo nacional de 2015 y se define como una unidad de producción de bienes agrícolas, pecuarios, forestales, utiliza medios de producción y posee un único dueño ya sea de naturaleza natural o jurídica.

Capítulo I

Antecedentes o situación actual de la producción de leche en Colombia

La producción de leche es importante en Colombia desde el punto de vista social y económico. El consumo per-cápita de leche va en aumento, pasando de 145 a 150 l/habitante en 2020 a 2022 (Daza, 2022), ocupa el 24 lugar en producción mundial de leche, y el cuarto a nivel regional, después de Brasil, México y Argentina, representa un 24% del PIB agropecuario y el 1,23% del PIB Nacional (Asoleche, 2018), pero no ha alcanzado a capitalizar el acceso que le otorgan los acuerdos comerciales; aunque se ha venido cerrando la brecha entre el precio nacional y el internacional, aún no se consolida una oferta exportadora ya que la productividad es baja, ubicándose en el 50% a 75% con respecto a los demás competidores y se carece de estadísticas oficiales que permitan conocer la evolución del tamaño del hato y su caracterización (en pastoreo, estabulado, semiestabulado, etc.). El eslabón de procesamiento ha tendido un crecimiento sostenido destacándose en ventas la leche líquida y el queso, y el mercado de productos lácteos está dominado por marcas de alto posicionamiento a nivel nacional. Colombia cuenta con 21 plantas productoras de lácteos avaladas para exportar a México, entre ellas algunas ubicadas en los departamentos de Atlántico, Córdoba, Cesar y Antioquia (Cadena láctea -UPRA, 2020).

Los avances principales obtenidos por la cadena láctea durante los últimos 20 años han sido descritos como: el establecimiento de un sistema de pago de leche por calidad, los acuerdos comerciales internacionales, y la fabricación y comercialización de leches larga vida (González, 2021), el incremento de la formalización en el sector, el aumento de la asociatividad entre pequeños productores, el mejoramiento genético bovino, el acuerdo de competitividad de la cadena láctea, el incremento de la red de frio, el mejoramiento de praderas y el bajo relevo generacional (UPRA, 2020).

Existe consenso en que tanto el trópico bajo como el alto cuentan con condiciones agroecológicas para aumentar la productividad en el eslabón primario. No obstante, se requiere capacitación, transferencia tecnológica y acceso a financiamiento para duplicar dicha productividad. En el trópico bajo, en un escenario optimista, esta podría incluso triplicarse, superando los 2.000 l/ha/año (UPRA, 2021). En materia de insumos, también hay una abundante oferta de subproductos de cosechas útiles como fuentes de suplementación, entre estos se encuentran el maíz, las harinas, el palmiste y la semilla de algodón que, al suministrarlas, favorecen el aumento en la producción animal (Analac, 2022)

El 56 % de la producción nacional de leche se produce bajo el sistema doble propósito, siendo la región Caribe la que realiza la mayor contribución con una producción de leche del 60 al 68% (Carulla & Ortega, 2016; cadena láctea 2020). Los departamentos de Atlántico, Córdoba y Sucre participan con 1.104.859 litros diarios producidos en 22.833 unidades productivas, con una productividad promedio del trópico bajo de 5,07 l/v/d y 376 l/ha/año, siendo la producción promedio del ganado doble propósito de 5,39 l/v/d y 357 l/ha/año (Cadena láctea-UPRA, 2020). El sistema doble propósito se define el sistema de producción que produce leche y carne en forma simultánea (Gómez, 2012), utiliza cruces *Bos taurus* × *Bos indicus* (Dane, 2015), en ganaderías de tipo extensivo (Hollman et al., 2003). En el año 2018 la



producción nacional total diaria, fue de 20.159.014 litros, donde el departamento de Córdoba reportó 1.373.543 litros-día, lo que equivale al 7% de la producción diaria nacional (MADR, 2019).

Foto: Martha Oliva Santana Rodriguez

En general en el sistema doble propósito se reportan bajos indicadores zootécnicos relacionados con producción de leche, natalidad y peso al destete de las crías. Es un sector ganadero que se compone, en su mayoría, de pequeños productores con deficiencia en equipos de ordeño y enfriamiento de unidades lecheras tecnificadas, donde la informalidad es notable en la comercialización de sus productos, lo que afecta en la calidad y en la competitividad de la leche (Duran-Rojas, et al., 2020)



Figura 1. Cruzamientos observados en unidades productivas de Córdoba, Bolívar y atlántico

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Capítulo II

Caracterización de los sistemas de producción doble propósito en el Caribe húmedo

Antecedentes

La ganadería de doble propósito predomina en caribe colombiano, se han realizado estudios que en su mayoría son específicos para las unidades productivas (UP), en las áreas de suplementación, praderas, cultivos forrajeros, calidad de leche y/o genética y mejoramiento (Barragán et al., 2020). No obstante, existen algunos más completos como el relacionado con la identificación de nichos productivos del Caribe con mayores ventajas para la producción de leche de alta calidad en las microrregiones valle del Cesar, faja litoral, sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar, en el cual se consideran algunos componentes tecnológicos y simulación de algunos escenarios productivos (Silva et al., 2011); trabajos sobre pasturas que dan valor nutracéutico a la leche y caracterización de la calidad de la leche de doble propósito en el Caribe seco (Araujo et al., 2009; Roncallo, et al., 2012; Tafur, 2016, Mojica, et al., 2017; Mojica, 2019), alternativas de alimentación para el ganado doble propósito en épocas críticas (Huertas, 1993), uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche (Castro-Rincón et al, 2016) y modelos competitivos sostenibles de producción bovina-doble propósito (FEDEGAN-SENA, 2011) en el cual se identificaron fincas doble propósito manejadas con criterio empresarial en seis departamentos de Colombia, documentando una finca en el área de influencia de este trabajo ubicada en el municipio de Caucasia (Antioquia).

Las sub-regiones con la mayor participación en el total de bovinos censados son: Alto Sinú y San Jorge (15%), Norte del Cesar y Centro del Magdalena y Cesar con 11% cada una, y Depresión Momposina y Sabanas de Sucre y Córdoba con una participación del 8% cada una (Silva et al., 2011), concentrándose en estas el 53% del total de bovinos de la región Caribe (basado en datos actuales de inventarios, ICA, 2022).

Las condiciones agro-físicas de las sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar se describen con predominio del clima subhúmedo tropical, con promedios mensuales de precipitación que oscilan entre los 100 y 198 mm. El promedio anual se calcula en 1.334 mm y el período lluvioso se acentúa entre los meses de abril a noviembre. La temperatura promedio es de 28 °C y la humedad relativa promedio es del 75%. En el 16% (367.242 ha) de esta subregión se ubican las unidades productivas que producen leche de alta calidad y se caracteriza porque presentan condiciones edafoclimáticas favorables con tierras de planicies aluviales y de colinas bien drenadas, con fertilidad moderada a alta (Silva et al., 2011), en esta zona los fondos ganaderos de Bolívar, Sucre y Córdoba fomentaban y propiciaban el desarrollo de la ganadería en esta microrregión, actualmente esta función la cumplen Asociaciones de productores y FEDEGAN.

La microrregión Valle del Sinú. Está compuesta por el alto, medio y bajo Sinú; Cubre una extensión de 763.493 hectáreas ubicadas en su totalidad en el departamento de Córdoba, es uno de los valles más importantes de la región natural Caribe y del paisaje predominante

corresponde a tierras planas aluviales, serranías, colinas de relieve quebrado a ondulado y tierras sujetas a inundaciones periódicas (López et al., 2000). En esta zona se presentó una importante participación los sistemas de producción bovina, con una significativa sustitución en el uso del área agrícola por pastos y forrajes para la producción de carne y leche con bovinos; en el medio sinú predominan unidades productoras de leche consideradas de mediana extensión con ordeño manual y almacenamiento de la leche en cantinas; el porcentaje de vacas en ordeño no fue alto y el 33,3% de los productores manifestaron mayores ingresos, por ventas diferentes a la leche. Se determinó que la mayor competitividad, se presentó en las unidades productivas que realizan excelentes prácticas de manejo y se asoció con altos índices de calidad y productivos. El estudio sugirió que era necesario implementar las buenas prácticas ganaderas (BPG), para aumentar la competitividad (Silva et al., 2011).

Las BPG se describen como los procedimientos que los ganaderos deben implementar y demostrar, para producir leche y carne, de buena calidad e inocuas para el consumidor, en un ambiente sostenible y de bienestar para los trabajadores y los animales (CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. [En línea] www.corpoica.org.co/.../15.Residuosqumicosenalimentosdeorigenanimal.pdf.); las BPG en Colombia se soportan en la Resolución 889 – 2.003: Establece requisitos sanitarios de fincas para exportación. • Decreto 1500 – 2.007: Establece requisitos sanitarios y de inocuidad en la producción de carne. • Resolución 2341 – 2.007: Reglamenta condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria bovina y bufalina, destinada a sacrificio (Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. www.ica.gov.co/), se pueden resumir en las cinco libertades las cuales deben estar presentes a lo largo de toda la cadena productiva y que se encargan de vigilar las funciones y acciones manejadas en cada uno de los eslabones de la cadena productiva como lo son la infraestructura, control de plagas, manejo sanitario, alimentación y agua, transporte, identificación, trazabilidad, bienestar, condiciones laborales y manejo ambiental de residuos (www.ica.gov.co).

Las cinco libertades son: libre de hambre, sed y desnutrición, libre de miedos y angustias, libre de incomodidades físicas o térmicas (entorno adecuado), libre de dolor, lesiones o enfermedades (buen estado de salud), y libre para expresar pautas de comportamiento natural (comportamiento natural). Haciendo referencia a la primera libertad, es importante considerar que en muchas UP las raciones para animales presentan desbalances en proteína y energía debido a que no se conocen ni los requerimientos de los animales ni el valor nutricional de los alimentos utilizados y esto se refleja en baja eficiencia productiva de los bovinos por inadecuada alimentación, y que en otros países han desarrollado programas de balanceo de raciones que pueden utilizarse en el país.

Un ejemplo es la evaluación de la canasta de alimentos para bovinos propuesta por la FAO (Makkar, 2011). Esta se basa en un cuestionario que captura la información de los principales alimentos, el valor nutricional y su proporción en la dieta. En esta línea La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria en el año 2012, diseñó una encuesta basada en la diseñada por la FAO (2011), con informantes clave institucionales y el gremio; posteriormente realizó la caracterización en sistemas de producción bovinos de DP

directamente en 83 unidades productivas de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre y en la zona del Bajo Cauca Antioqueño, subregión que hace parte integral del Caribe húmedo.

En este manual se dan a conocer los resultados obtenidos en la caracterización de los sistemas de producción de leche del Caribe húmedo colombiano, realizada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria en el proyecto: Tres recomendaciones de manejo nutricional para para mejorar la producción y calidad de carne y leche en ganaderías del Caribe Húmedo, el cual fue financiado por El Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural (convenios TV 13, TV16) y obtuvo la colaboración de personal del ICA, FEDEGAN, Asociaciones de productores (informantes clave), asistente técnicos y productores (administradores y propietarios) para generar información relevante de carácter subregional sobre la producción de leche, así como datos relacionados con área, posicionamiento geográfico de las unidades productivas, manejo de los animales y praderas, administración, manejo alimenticio del ganado doble propósito en unidades productivas de Atlántico, Córdoba, Sucre, Bolívar y Bajo Cauca Antioqueño.

En el proceso de la caracterización del sistema doble propósito desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, se cumplieron los siguientes pasos:

1. **Desarrollo de la encuesta de la canasta de alimentos:** el equipo de trabajo modificó un cuestionario generado para la caracterización de unidad productivas el cual está basado en el Cuestionario Mapeo Mundial Sistemas de Alimentación (Makkar, 2012) generando un nuevo cuestionario que fue diligenciado con los propietarios y /o administradores (según el caso).

2. **Área de muestreo**: la espacialización y georreferenciación de las unidades productivas y la caracterización de estas se hizo mediante el acopio de información tecnológica, productiva utilizando una encuesta la cual se diligenció directamente en las unidades productivas de los departamentos de Antioquia (Bajo Cauca Antioqueño (5), Atlántico (17), Bolívar (21), Córdoba (17) y Sucre (15) en unidad productivas dedicadas a ganadería de lechería tropical y DP encuestadas y los datos de la encuesta fueron verificados o levantados en el campo con el fin de asegurar su confiabilidad debido a que en algunos casos los productores no tenían claros los conceptos o utilizaban distintos nombres para una determinada especie forrajera lo que podría generar errores al momento de analizar la información (figura 2).

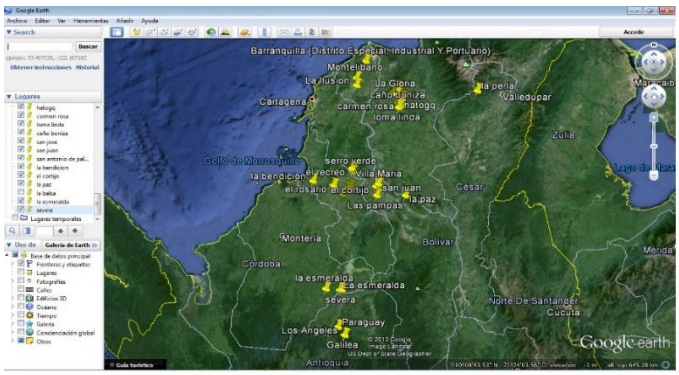


Figura 2. Distribución de las unidades productivas caracterizadas

Fuente:Martha Oliva Santana Rodríguez

Resultados de la caracterización de los sistemas de producción de leche en el Caribe húmedo

Las unidades productivas se clasificaron por actividad ganadera en doble propósito y lechería tropical y por sistema de producción según la FAO (Makkar, 2011) en: el 78,7% Sistemas Mixtos con Riego (lluvia) en Zonas Húmedas y Subhúmedas (MRH), 8% en Sistemas Mixtos sin Riego (lluvia) en Zonas Húmedas y Subhúmedas (MIH) y 13,3 % en Únicamente Sistemas Ganaderos en Zonas Húmedas y más del 10% del valor total de la producción procede de actividades agrícolas no ganaderas. Se estima que más del 90% del suministro mundial de leche se produce en sistemas mixtos (https://www.fao.org/dairy-production-products/production/production-systems/es/).

En cuanto a la ubicación de las UP caracterizadas, si bien el Instituto Geográfico Agustin Codazi (IGAC) en la región Caribe distinguen 7 sub-regiones: Esta sub-regionalización parece demasiado agregada para propósitos de planes de desarrollo rural de los territorios y en consecuencia se han realizado otras subdivisiones en los planes de desarrollo son departamentales donde se describen para Atlántico y Sucre, cinco subregiones por departamento y en Bolívar y Córdoba subregiones/departamento, aunque existen áreas que presentan condiciones similares y se ubican en distintos departamentos (Planes de Desarrollo Departamentales). En la tabla 1, se presenta la ubicación de las UP caracterizadas en el caribe húmedo colombiano según los planes de desarrollo departamentales.

Tabla 1. Ubicación de las unidades productivas muestreadas por subregión

Subregión	Unidades productivas	Departamento	Municipio
Alto Sinú y San Jorge (Córdoba)	6	Córdoba	Montelíbano, Tierralta, Valencia
Bajo Cauca Antioqueño	5	Antioquia	Caucasia, Cáceres, Tarazá
Bajo y medio sinú	10	Córdoba	Cereté, Ciénaga de Oro, Montería
Canal del Dique	5	Atlántico	Candelaria, Campo de la Cruz y

			Manatí
La Mojana	13	Bolívar	Magangué, Santa Rosa
Montes de María	16	Bolívar	El Carmen de Bolívar
		Sucre	Morroa, San Antonio de Palmito
			San Onofre, Toluviejo,
Norte de Bolívar	2	Bolívar	Arjona
Norte del Atlántico	12	Atlántico	Baranoa, Juan de Acosta, Ponedera
			Sabanalarga, Usiacurí
Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar	11	Bolívar	Los Palmitos
		Córdoba	Chinú, Sahagún, Sampués

Fuente: elaboración propia basada en rimisp (2014), basado en Subregiones tomadas de: https://rimisp.org/wp-content/files_mf/1431698760142InformeLineamientosdeDesarrolloRuralconEnfoqueTerritorialparalaRegi%c3%b3nCaribeFinalenword_editado.pdf

En general se caracterizaron las unidades productivas distribuidas en nueve subregiones de los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre.

Clasificación de las unidades productivas por actividad ganadera

Del total de unidades productivas caracterizadas e identificaron dos sistemas de producción de leche, el sistema doble propósito (95.06%) y la lechería tropical (4.94%), siendo predominante el doble propósito. En general en el sistema DP se utiliza el pastoreo más suministro de pasto de corte. El sistema de lechería Tropical es usado del departamento del Atlántico tiene el ganado estabulado y se maneja bajo un sistema de alimentación completo (pastoreo más suplementación). Utiliza las gramíneas de pastoreo *Megathyrsus maximus* mombasa, *Megathyrsus maximus* (tanzania), *Brachiaria plantaginea* (braquipará); *Cynodon nlenfuensis* (estrella) *Bothriochloa pertusa* (colosuana) y cultivos tales como *Manihot sculenta* (yuca amarga), elefante morado (*Pennisetum purpureum*) y *king grass.*

En los análisis de componentes principales de los sistemas de producción, actividad ganadera y sistema de alimentación., se encontraron los siguientes resultados descritos en tablas 2 y 3.

Tabla 2. Parámetros de animales en sistemas de doble propósito y lechería tropical

Sistema	Producción Leche/vaca (l)	Peso destete (kg)	Edad destete	Edad primer parto	Intervalo entre partos (días)	Carga animales/ha
			Meses			
Doble propósito	4,8	150	8,2	37,3	435	1,69
Lechería tropical	11,6	158,3	7	30	385	0,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Características de las condiciones del manejo animal en sistemas de producción de doble propósito y lechería tropical

Item	Tipo de fertilización	[1]Tipo de alimentación	Carga animal (a/ha)	[2]Trashumancia	No operarios/animal	No de animales por finca
Doble propósito	Química	Pasto+ cultivos forrajeros	1,69	Sí	1:98	278.9±279.5
Lechería Tropical	Orgánica	Pasto+ cultivos forrajeros. Concentrados o subproductos agroindustriales	0.9	No		201.75

[1] Movilización de todos los animales a otro predio en época de extrema sequía o exceso de agua, (AGROSAVIA, 2012) de este modo, no utilizan suplementos.

[2] El 61,45% (51/83) utiliza un sistema de alimentación completo (pastoreo, suplementación con cultivos forrajeros y otro suplemento concentrado, el 25,3% (21/83) pastoreo y cultivos forrajeros y el 13,25% (11/83) utiliza solo pastoreo para la alimentación de las vacas en producción.

Clasificación de los sistemas de producción caracterizados usando criterio de la FAO

Sistemas de alimentación mixtos sin riego (MIH), alimentación pastoreo + cultivo forrajero nivel tecnológico bajo: En este sistema de alimentación el área en cultivo forrajero varía entre 0,25 ha y 1 ha, predominando 0,5 ha. La cantidad promedio de forraje suministrada por animal día correspondía a 47,94 kg (en un rango desde a voluntad hasta 2,5 kg/a/d crías y 20 kg/a/d a vacas en producción), el 100% usa sal mineralizada de 6% o del 8%.

Las unidades productivas de doble propósito, MIH, con nivel tecnológico bajo (n=8) están ubicadas en municipios de los departamentos de Antioquia (1), Bolívar (4), Córdoba (1) y Sucre (2). El 25% eran administradas por el propietario, el 75% por administradores y de estos la mayoría eran bachilleres. El tamaño del predio varió entre 7,5 a 101 ha (promedio 47,9±37,4 ha) y utilizaban el 79,5% del área para pastoreo. El área promedio y desvío estándar para el área de cultivo forrajero era 0,53 ha con máximo de 1 ha y mínimo 0,25 ha. En todas las unidades productivas se realizaba el suministro de sal mineralizada del 6% o del 8% de fósforo se realiza de manera permanente, en cantidad promedio de 109±97 g/a/d con máximos de 300 y mínimo 16 g/a/d. Las praderas poseen en su mayoría árboles dispersos en las praderas. El 28,6% fertilizan con lombriabono o un orgánico enriquecido con urea.; El agua de bebida la toman los animales de pozos y represas. El 28,7% usa cerca eléctrica y el 71,3% utiliza alambre de púas. El ganado se caracteriza por ser cruzamientos de las razas gyr, pardo suizo, holstein y cebú en diferentes proporciones

Manejo del ternero: Realizan curación de ombligo a las crías al nacer, dejan la cría con la vaca en promedio 7,9 ± 4 días (máximo 15 días y mínimo 3 días), dejan a la cría la leche de un pezón de la ubre, además suministran agua y pasto a las crías, el 71,4% vermífuga por ivermectina y el 28,6% usa levamisol con una frecuencia muy variable, unos lo hacen solo animales infectados, otros con el ciclo de vacunación establecido por la entidad sanitaria (El ICA), o cada 4 meses, independiente de la vacunación.

Unidades productivas de doble propósito mixtos sin riego con nivel tecnológico medio: las unidades productivas correspondientes a este nivel tecnológico (n=9) se ubican en los

municipios que se enuncian a continuación, en el departamento de Bolívar), Córdoba (4) y Sucre (3); el 22,2% de ellas son administradas por el propietario, el 77,8% por administradores y de estos, el 55,5% tienen nivel de formación de básica primaria y el 22,2% nivel técnico. El tamaño del predio varía entre 7,0 a 270 ha (promedio 125,6 ±83,5 ha) y utilizaban el 57,6% del área para pastoreo.

El área promedio y desvío estándar para el área de cultivo forrajero era 5,94± 13,79, con área máxima de 40,0 ha y mínima de 0,25 ha. El suministro de sal mineralizada se realiza de manera permanente en todos los hatos, en cantidad promedio de 50±21 g/a/d con máximos de 90,0 y mínimo 30 g/a/d, utilizando el 62,5% sal de composición del 6% de fósforo y el 37,5% sal del 4%,5%,8% de fósforo. Las praderas poseen en su mayoría arboles dispersos y algunos en franja. El 77,8% fertilizan con bovinaza, lombriabono u otro abono orgánico o úrea. El 66,7% usa cerca eléctrica y el 63,3% usa alambre de púas y cerca viva. El agua de bebida para los animales proviene de pozos, represas y acueducto. El biotipo animal corresponde a cruzamientos de las razas gyr, pardo suizo, holstein y cebú en diferentes proporciones.

Manejo del ternero: Realizan curación de ombligo a las crías al nacer, dejan la cría con la vaca en promedio 10,5 ± 5,96 días (máximo 20 días y mínimo 5 días), disponen un pezón de la ubre para la alimentación de la cría, complementan la alimentación con agua y pasto a las crías, algunos también les suministran sal y concentrado. El 71,4% vermífuga por ivermectina y el 28,6% usa levamisol con una frecuencia muy variable, unos lo hacen solo a los animales infectados, otros a todos los animales.

Unidades productivas de doble propósito mixtos sin riego con nivel tecnológico alto: se ubicaron tres UP en un municipio del departamento de Bolívar y dos municipios del departamento de Sucre, el encargado de la administración posee estudios de básica primaria (2/3) y un profesional del área de sistemas (1/3) pero reciben capacitación y asesoría de profesionales del área. El tamaño del predio varía entre 20,0 y 881 ha (promedio 393 ± 441,9 ha) y utilizaban el 87,96% para pastoreo. El área de cultivo forrajero corresponde 4,32% del área total de los predios. El área promedio y desvío estándar en cultivos correspondió a 9,33 ± 7,37, máximo 15 ha y mínimo 1,0 ha. El suministro de sal mineralizada del 8% de fósforo, se realiza de manera permanente a las vacas en producción y sal del 7% a los otros animales del hato, en cantidad promedio de 101 g/a/d y 81 g/a/d respectivamente.

Las praderas poseen en su mayoría árboles dispersos y en una unidad productiva los árboles están dispuestos en forma de bosquetes. El 66,7% utiliza cerca de alambre de púa y 33,3% utiliza cerca eléctrica. El 33,3% fertiliza y lo hace con compost. El agua de bebida es de pozos y represas. El biotipo animal corresponde a cruzamientos de las razas gyr x cebú, pardo suizo x cebú, holstein x cebú y gyr x holstein, gyr x pardo suizo.

Manejo del ternero: Realizan curación de ombligo a las crías al nacer, permiten a la cría permanecer con la vaca en promedio 5 ± 5 días (máximo 10 días y mínimo 5 días), además suministran agua, pasto y sal a las crías, algunos también suministran silo. Vermífuga con levamizol e ivermectina (los rotan) en todos los animales.



Figura 3. Hato doble propósito con alto nivel tecnológico

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Sistema de alimentación mixtos con riego (MRH)

En este sistema se clasificaron solo cuatro unidades productivas, perteneciendo tres al nivel tecnológico alto y una al nivel medio.

De las unidades productivas de doble propósito del sistema mixto con riego con nivel tecnológico alto (n=3) de los municipios de Atlántico (2) y Córdoba (1), dos de ellas estaban bajo la administración de un trabajador con estudios de secundaria y un profesional de otra área (ingeniero eléctrico). El tamaño del predio varía entre 17,0 a 1183 ha (promedio 420 ± 661,1 ha) y utilizaban en promedio el 96,02% para el pastoreo de los bovinos. El área promedio y desvío estándar para el área de cultivo forrajero corresponde a 9,38 ± 5,28 ha con un área máxima de 14,5 ha y mínima 2,0 ha. El suministro de sal mineralizada del 10% y 8% de fósforo, se realiza de manera permanente a las vacas en producción y sal del 6 y 4% a los otros animales, en cantidad promedio de 100 g/a/d y 40 g/a/d, respectivamente. Las praderas poseen en árboles dispersos, bosquete y en una unidad productiva se presentó ausencia de árboles. El 66,7% fertiliza y de estos el 50% lo hacen con compost y 50% con químico. El agua de bebida es de represas, pozo y agua viva. El 33,3% usa cerca púa, 33,3% combina

púas y eléctrica y 33,4% usa cerca eléctrica únicamente. El biotipo animal era variable en las UP, correspondiendo a ganado de las razas holstein, gyrolando, sagiwal, arshire, cruzamientos, cebú x simmental, cebú x holstein y holstein x cebú.

Manejo del ternero: Realizan curación de ombligo a las crías al nacer, dejan la cría con la vaca en promedio 8,0 días (máximo 5 días y mínimo 5 días), además el 100% suministran agua y pasto y de estos el 33,3% también ofrece suplemento. El 66,7% vermífuga, de estos 50% lo hace con doramectina y el 50% con dectomax en todos los animales al nacimiento, al destete y posteriormente cada tres meses.

Características generales de las unidades productivas caracterizadas

En la caracterización de los sistemas en general se encontró que cada operario maneja entre 98 y 129 bovinos. La carga animal promedio de las UP caracterizadas fue 1,96 cabezas por hectárea en época de lluvias y el 53% de los productores la reduce hasta en 100% en época de extrema sequía o exceso de agua, es decir, algunos movilizan todos los animales a otro predio (AGROSAVIA, 2013) lo que se conoce como trashumancia en la región y en no utilizan suplementos alimenticios.

Aspectos sanitarios, se aplican las vacunas exigidas por la autoridad sanitaria, en los ciclos establecidos; adicionalmente en algunas unidades productivas aplican la vacuna para prevención de las enfermedades rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR) y rabia.

Para control de garrapatas, moscas generalmente aplican a todos los animales los productos veterinarios que se presentan en la figura 4, la frecuencia de aplicación modal, con el ciclo de vacunación establecido por el ICA. En este aspecto debe hacerse capacitación a los productores sobre el uso de productos más inocuos y teniendo en cuenta que se deben usar productos específicos y dosis recomendadas por el fabricante ya que algunos no lo hacen. En este documento no se promueve el uso de los productos comerciales que se presentan en la figura 1, solo se presentan las respuestas de los productores.

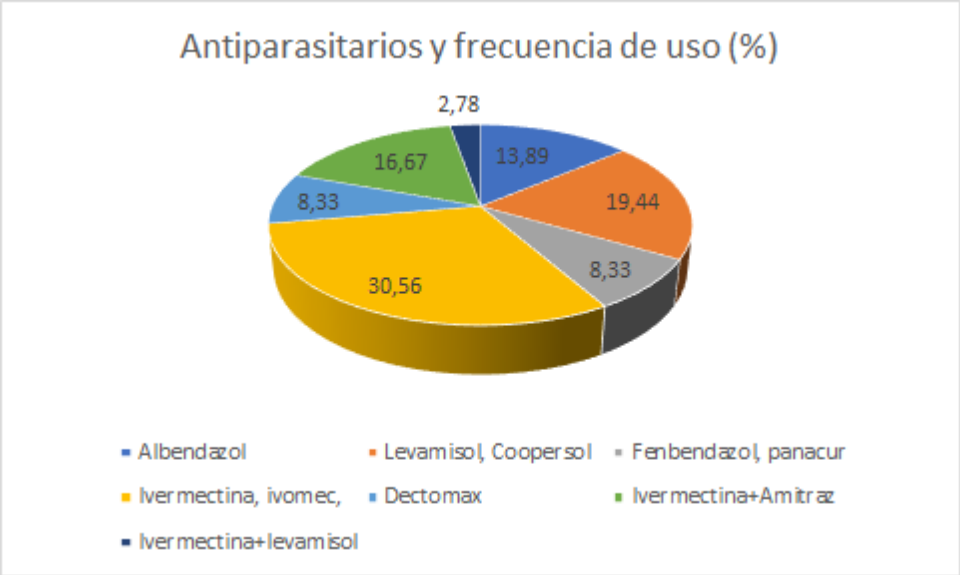


Figura 4. Antiparasitarios utilizados en los sistemas ganaderos doble propósito en el caribe húmedo.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo III

Diversidad de los recursos utilizados para alimentación de bovinos doble propósito en el Caribe húmedo colombiano



Colombia, país rico en biodiversidad, cuenta con numerosas especies arbustivas resistentes a sequías e inundaciones. De algunas se aprovecha el forraje, de otras se usa el fruto ya sea consumido en forma natural en el campo por el animal o es suministrado en suplementos en ganaderías doble propósito, en algunos casos se utilizan forraje y fruto. Esto es muy importante debido a que en sistemas mixtos es posible utilizar los excedentes y co-productos en la alimentación de las vacas en la época crítica. En la región Caribe se producen alimentos como la yuca y la batata que en su follaje tienen altos contenidos de proteína y son de buena digestibilidad, también se cuenta con algunos subproductos de cosecha de menor calidad, altos en fibra y baja digestibilidad, bajo costo, se usan como única fuente de energía en época crítica y ocasionan baja productividad animal, no obstante, la investigación ha demostrado que podrían tener un mejor uso mediante tratamientos de los residuos o suplementación estratégica, utilizando concentrados, follaje o frutos de arbóreas para contribuir a mejorar la nutrición animal y aumentar la productividad (Pezo, 2018).

En este capítulo se presenta el listado de recursos alimenticios presentes en las unidades productivas del caribe húmedo visitadas y se registra el uso que dan los productores con el fin de mejorar el conocimiento de la canasta de alimentos para esta zona y con su uso migrar a una producción ganadera intensiva sostenible

(https://books.google.com.co/books?id=_KCdDwAAQBAJ&pg=PA38&lpg=PA38&dq=makkar,+2012.&source=bl&ots=i47Vx10a4r&sig=ACfU3U2E65BAosqBLvD8fwrwsbN2q7wBRA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjA65_o1eb3AhVCm-AKHZzOCtYQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=makkar%2C%202012.&f=false). La lista de especies forrajeras (gramíneas, leguminosas, arbustos y árboles forrajeros leguminosos y no leguminosos), semillas, co-productos agroindustriales, alimentos conservados se obtuvo de cada UP en las visitas realizadas a campo en el momento de aplicación del cuestionario descrito en el capítulo de caracterización de los sistemas productivos de doble propósito en el caribe húmedo

En este capítulo se describen de modo muy general el tipo de alimentos que utilizaban para los bovinos del hato y en cada uno se listan las especies utilizadas y su forma de manejo y uso.



Figura 5. Panorámica de un sistema productivo de doble propósito con áreas de pastoreo, árboles y cultivos en El Carmen de Bolívar.

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Recursos alimenticios utilizados y forma de uso en los sistemas ganaderos de producción de leche del Caribe húmedo

En las unidades productivas (UP) predominó el sistema de alimentación en pastoreo con suministro adicional de pasto de corte, aunque en las UP ubicadas en el departamento del Atlántico es muy común el sistema completo, compuesto por pastoreo, suministro de concentrado y ensilaje cuando la oferta de especies de pastoreo es baja. En una mínima proporción se encontraron unidades productivas con lechería especializada con ganado estabulado y sistema de alimentación completo.

En cada predio visitado además del registro de número de potreros, área, tipo de pastos, manejo del pastoreo, prácticas realizadas para el manejo del pasto, área en cultivos forrajeros, manejo de los cultivos forrajeros, subproductos utilizados para la alimentación de los animales, se colectaron muestras de especies forrajeras más usuales en los sistemas de producción bovinos dedicados a producción de leche, se evaluó su calidad y composición nutricional, Identificándose los siguientes sistemas de alimentación:

1. Pastoreo más suministro de sal mineralizada

2. Pastoreo más un pasto de corte fresco o ensilado y

3. Corresponde a un sistema completo; 1. y 2. con adición de al menos un subproducto de la industria o una mezcla de materias primas preparada en la finca o concentrado en la alimentación.

Resultados de la colecta de especies alimenticias en las unidades productivas

En la caracterización de estas UP se identificaron 24 especies gramíneas de pastoreo, 12 especies de cultivos forrajeros, una leguminosa rastrera, 11 co-productos y mezclas preparadas en unidad productiva. A continuación, se presentan clasificadas.

- **Gramíneas de pastoreo**

En las visitas a las UP caracterizadas se colectaron las siguientes especies gramíneas utilizadas para pastoreo de los animales,alemana (*Echynochloa polystachya*), Ángleton (*Dichathium aristatum*), (*Urochloa plantaginea*), carimagua, (*Andropogon gayanus*), climacuna (*Dichathium annulatum*), colosuana (*Bothriocloa pertusa*), decumbens (*BUrochloa decumbens*), dictyoneura (*B U dictyonera*), estrella (*Cynodon nlenfuensis*), mulato (Brachiaria hibrido mulato II), maralfallfa (*Pennisetum purpureum tifoides*), mombasa (*Megathyrsus maximus* cv mombasa), toledo (*B. híbrido* Toledo), Uribe o faragua (*Hyparrhenia rufa*), panameña (*Ischaemum indicun*), Pará (*Urochloa mutica*), pasto dulce (*B. humidicola*), tanzania (*Megathyrsus maximus t*anzania), pasto o grama amarga (*Paspaum conjugatum*).

Entre las especies de gramíneas más utilizadas se encontró la Colosuana o kikuyina (*Botriochloa pertusa*), la cual estuvo presente en el 29,8% de las UP, seguida por las guineas mombasa y tanzania (*Megathyrsus maximum*) con el 26,3% y el ángleton (*Dichantium aristatum*) con el 21,3%. Otras gramíneas cultivadas fueron: la estrella (*Cynodon nlemfuensis*), braquipará (*Brachiaria plantaginea*), admirable (*Brachiaria mutica*) y otras braquiarias, con frecuencias expresadas en su orden en términos porcentuales de 8,5%; 5,8%; 5,0% y 3,3%.

En total se colectaron 24 especies forrajeras en monocultivo para uso en pastoreo, las cuales se listan en la Tabla 4.

Tabla 4. Nombre científico y común de los pastos, frecuencia de uso y área de cada uno utilizados en monocultivo por los ganaderos para pastoreo de vacas ganado de doble propósito estudiadas en el Caribe húmedo

Pasto Nombre científico y común	Fre-cuencia	Area Total ha	Promedio ha	Desvío	Valor máx ha	Valor mín ha
Antropogon lateralis (canutillo)	1	5				
Bothiochloa pertusa (colosuana)	34	2208,6	67,9	57,5	1	220
Urochloa radicas (urare)	2	0,75	0,375	0,18	0,25	0,5
Urochloa brizantha (brizantha)	4	41,6	13,87	5,45	9,6	20
Urochloa brizantha cv mulato II mulato II)	1	3				
Urochloa brizantha cv piatá (piatá)	1	1				
Urochloa brizantha toledo	8	212	26,5	40,8	2	120
Urochloa decumbens	8	770	96,25	105,43	10	70
Urochloa dictyoneura	2	40	20	0		
Urochloa humidicola (pasto dulce)	12	978	81,5	137,24	5	500
Urochloa mutica (admirable o pará)	11	453,75	41,3	63,4	5	130
Urochloa plantagínea (Braquipará)	12	349	29,13	66,26	5	130
Cynodon nlenfuensis (estrella)	17	446,75	26,28	35,02	1	100
Dichanthium annulatum (climacuna)	5	309,16	61,83	83,26	4	200
Dichanthium aristatm (ángleton)	19	1181	62,16	120,83	2	540
Echynochloa polystachya (pasto alemán)	1	40				
Hyparrhenia ruffa (pasto Uribe)	2	297	148,5	193,04	12	285
Ischaemum indicum (panameña)						
Megathyrsus maximus (guinea mombasa)	27	580,5	23,22	39,52	2	160
Megathyrsus maximus (Guinea tanzania)	6	174	29	29,46	5	79
Megathyrsus maximus sp (guinea común)	3	175	58,33	79,42	10	150
Paspalum conjugatum P. J. Bergius (canutillo)	1	5				
Paspalum fasciculatum (gramalote)	1	30				
Paspalum notatum (argentina)	1	3				

Fuente. Elaboración propia con datos del proyecto

Gramíneas registradas en cada subregión. La ubicación de los diferentes sistemas doble propósito en los municipios y subregiones a las cuales estos pertenecen, permite concluir que el pasto colosuana es el más utilizado en las UP, se encontró en la mayoría (7/9) de las subregiones y le siguieron estrella, braquipará, humidicola, y mombasa, presentes en cuatro de las nueve subregiones. En las subregiones donde se registró mayor variabilidad de pastos en las unidades productivas (en monocultivo o policultivo) fueron la subregión Alto Sinú y Bajo y medio Sinú (figura 6).

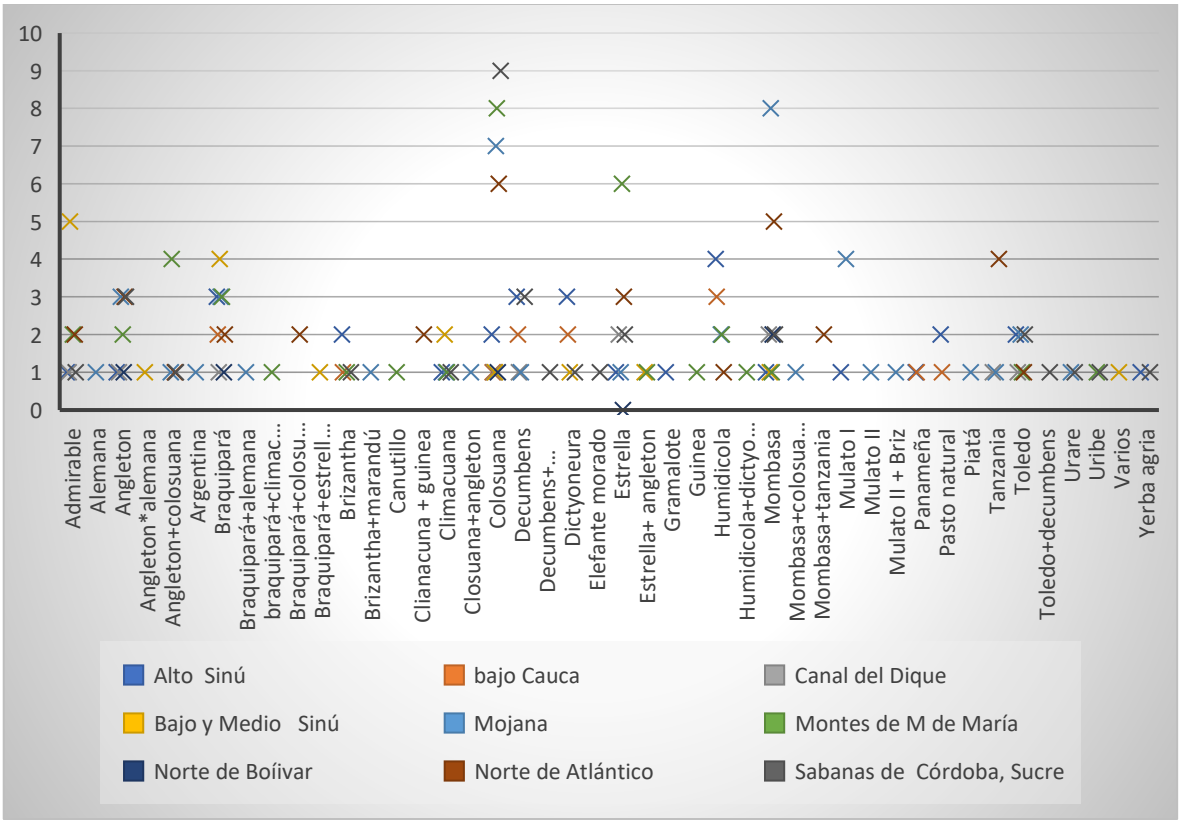


Figura 6. Pastos y mezclas predominantes en cada subregión.

Fuente: Elaboración propia

Manejo de las pasturas. En las unidades productivas son utilizados diversos métodos de control de malezas, predominando en su orden el manual, mecánico y el químico.

La gran mayoría de las UP manejan sus praderas mediante el sistema de pastoreo rotacional, siendo los días de ocupación y descanso variables de acuerdo con las épocas de invierno y verano en cada microrregión. En el sistema rotacional la media en el período, días de ocupación de las praderas en invierno oscila entre 3,8 y 6,6 días y el período de descanso entre 29,0 y 37,4 días entre microrregiones. En verano el período de ocupación está entre 3,7 y 7,13 días, y el descanso entre 32,25 y 47,7 días entre microrregiones (Tabla 5).

Tabla 5. Nombre científico y común de pastos, frecuencia de uso y área en policultivo en las unidades productivas de doble propósito estudiadas en el Caribe húmedo

Mezclas de pastos **Nombres comunes**	**Frecuencia**	**Área Total** **ha**	**Promedio** **ha**	**Desvío**	**valor máx** **ha**	**Valor mín**
Angleton+colosuana	2	110	55	50		
Angleton+alemana	2	77	39,5	45,95	7	72
Angleton+admirable+Braquipará+ estrella	1	234				
Angleton+colosuana+estrella	1	100				

Angleton+estrella	1	74				
Argentina+colosuana	1	90				
Braquipará+alemana	5	242	48,4	74,5	3	80
Braquipará+climacuna	1	3				
Braquipará+colosuana	1	1,5				
Braquipará+dictyoneura-panameña	1	20				
Braquipará+estrella+tanzania+pajón	1	63				
Brizantha+mombasa	1	2				
Climacuna, uribe, gramalote	1	42				
Colosuana+ángleton	7	90	12,86	14,4	2	44
Colosuana+guinea	3	63	21	13,08	6	30
Decumbens+dictyoneura	1	16				
Decumbens+uribe	1	50				
Estrella+ángleton	1	5				
Humidicola+dictyoneura y marandú	1	130				
Mombasa+decumbens	1	17				
Mombasa+tanzania	1	30				
Mulato II+brizantha	1	10				
Pajón y otros pastos naturales	2	39,7	19,85	7,28	14,7	25
Toledo+colosuana	1	150				
Uribe+kudzú	1	30				

Fuente: elaboración propia

En general los tiempos de descanso y ocupación registrados de las praderas en monocultivo son muy variables dentro y entre especies de pastos (tabla 5), razón por la cual se presentan los datos obtenidos para cada uno. Se anota que este manejo se hace por observación del estado de la pradera, sin estimaciones de disponibilidad de forraje de manera cuantitativa utilizando alguna técnica de muestreo, a excepción de algunas unidades productivas que manejan rotaciones de forma técnica. Con este antecedente, la presión de pastoreo podría no ser la más adecuada para el manejo de las pasturas y en consecuencia llegar a la afectación de la capacidad de rebrote y a tener que prolongar cada vez el tiempo de descanso para evitar la degradación de esta o en su defecto reducir tiempos de ocupación. Además, se debe tener presente que precipitación local y el manejo de fertilización afectan la capacidad de rebrote.

Los días de ocupación (DO) y días de descanso (DD), promedio y desvío estándar en praderas con monocultivos de pastos: colosuana, mombasa, ángleton, estrella, braquipará, humidicola, admirable, toledo y brachiaria decumbens se describen en la figura 7.

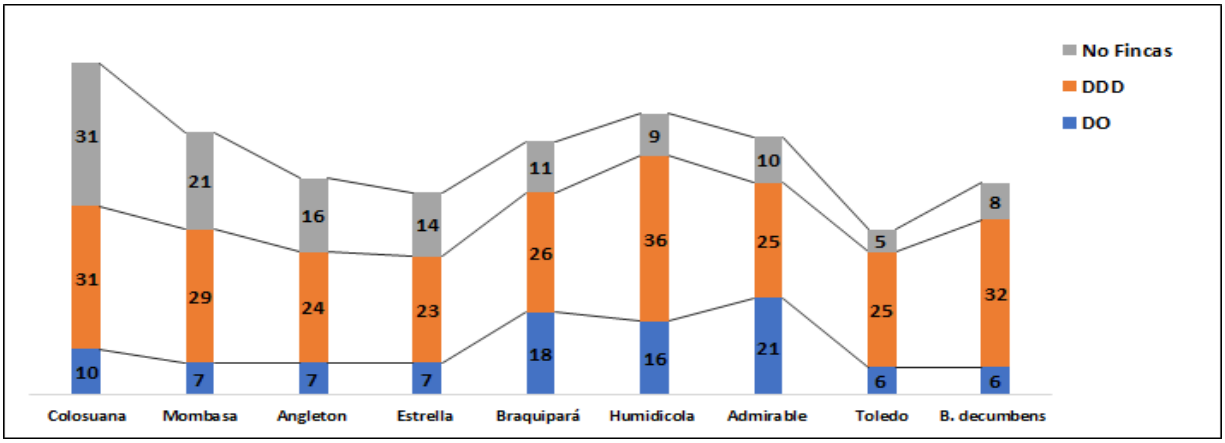


Figura 7. Días de descanso y ocupación empleados para el manejo de pastoreo de nueve pastos de mayor frecuencia en las UP para la alimentación de vacas y crías del sistema doble propósito.

Fuente: Elaboración propia

Fertilización. De 80 unidades productivas evaluadas, el 43,8% realiza algún tipo de fertilización a los pastos que suministra al hato de doble propósito. Los fertilizantes que usan son variados y se han agrupado en Orgánicos, Químicos y combinados. Entre los fertilizantes químicos se usan: urea, 15-15-15, sulfato de amonio; orgánicos: bovinaza, gallinaza, pollinaza, compost y lombricompuesto. Estos se aplican con las frecuencias que se ilustran en la figura 8.

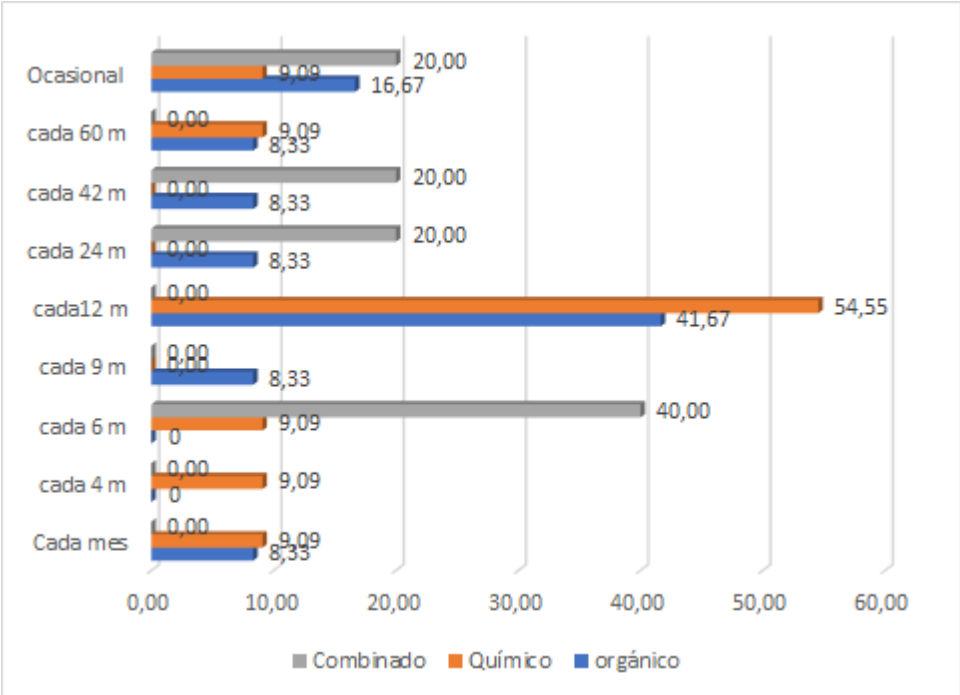


Figura 8. Tipo de fertilizantes y frecuencia de aplicación utilizada por los productores encuestados.

Fuente: Elaboración propia

El tema de la fertilización es realmente importante ya que cerca del 80% del nitrógeno, fósforo, potasio y calcio que contiene el forraje que consumen los animales, son devueltos al suelo como parte de las heces y orina. Una vaca adulta de 400 kg de peso vivo se estima que elimina diariamente en promedio de 26 kg/día de heces fresca y 10 litros de orina; esto hace que el aporte anual de excretas de una vaca en pastoreo sea de aproximadamente 60 kg de nitrógeno, 5 kg de fósforo y 50 kg de potasio y en consecuencia una pastura bien manejada requiera menores aplicaciones de fertilizantes para mantenerse productiva si se compara con el pasto para corte.

También es importante tener presente que los abonos orgánicos no tienen los minerales en forma disponible para el aprovechamiento inmediato por las plantas ya que estos se encuentran en forma orgánica y deben pasar por un proceso de mineralización antes de ser absorbidos por las plantas, no obstante, estos abonos por estar en forma orgánica que es de baja solubilidad no se lavan tan fácilmente con la lluvia y además, contribuyen a la retención de agua en el suelo.

Una práctica útil en el uso de excretas es el compostaje el cual debe realizarse bajo techo, en piso de cemento y en lo posible agregar 5 kg /m3 de superfosfato triple o simple a las excretas frescas ya que este absorbe el amoniaco y evita su pérdida, también bajo estas condiciones de almacenamiento se evita el lavado y volatilización de nutrientes.

Es importante tener en cuenta que el abonamiento orgánico con las excretas tratadas debe hacerse al momento de iniciar el periodo de descanso de la pastura, esto permite mejor aprovechamiento por el pasto y evita que el ganado rechace el forraje al reiniciar el pastoreo de la pradera.

Carga de las praderas. La carga animal registrada para los pastos en monocultivo fue muy variable, con valores mínimos de 0,6 y 1,5 UGG/ha en praderas con pastos admirable y brizantha; en las praderas de policultivo varió entre 0,6 y 2,43 UGG/ha en praderas con braquipará + alemana y braquipara+ ángleton (Tabla 6).

Tabla 6. Carga registrada en las praderas de las unidades productivas caracterizadas

Pasto	Carga (a/ha)	Pasto	Carga (UGG/ha)	Mezcla	Carga (a/ha)
Admirable	0,6	Dictyoneura	1,5	Braquipará+ alemana	0,6
Alemana	0,75	Estrella	0,6	Braquipará+Angleton	2,43
Angleton	0,73	Humidicola	1,5	Braquipara+Climacuna	0,78
Argentina	1,8	Mindaca natural	1,5	Colosuana+ angleton	1,52
Braquipará	0,95	Mombasa	0,8	Colosuana+guinea	1,5
Brizantha	1,5	Mulato I	1,5	Humidicola+dictyoneura	0,8
Colosuana	1,05	Tanzania	0,5	Toledo+ decumbens	2
Decumbens	1,38	Toledo	0,8	Uribe+Kudzú	1,5

Fuente: Elaboración propia

Tipo de cerca utilizado en los sistemas de producción. Para el manejo del pastoreo utilizan cercas eléctricas, de púas y viva, combinaciones de las tres, en las proporciones que se observa en la figura 9.

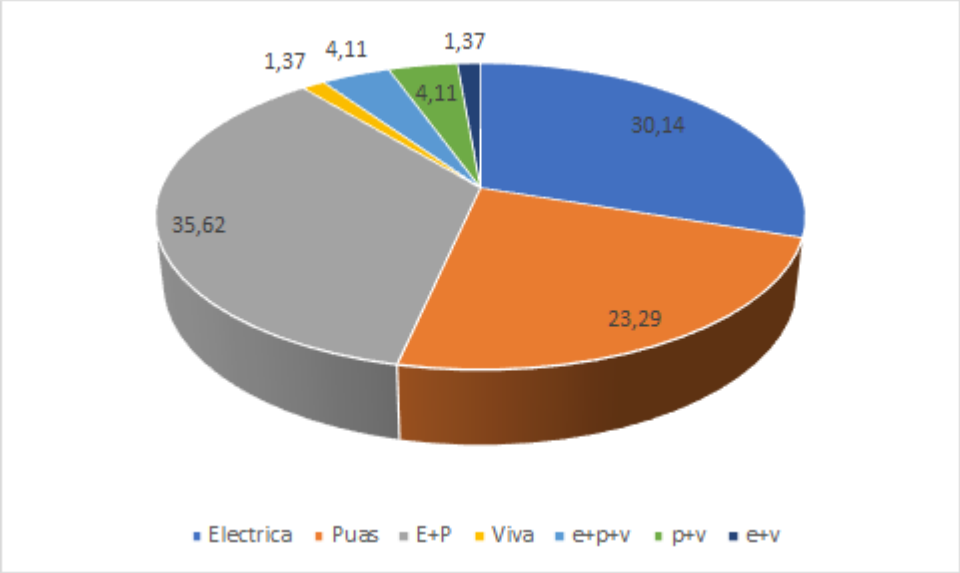


Figura 9. Tipos de cercas y las frecuencias de uso en las unidades productivas de doble propósito caracterizadas.

Fuente: elaboración propia

- **Cultivos forrajeros**

En las visitas a las unidades productivas caracterizadas se colectaron las siguientes especies cultivadas para ser utilizadas para corte y suministro en fresco o ensilaje a los animales en algunas de las unidades productivas caracterizadas.

Yuca (*Manihot sculenta*), (figura 10) caña (*Saccharum officinarum*), elefante morado (*Pennisetum purpureum*), maralfalfa (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), moringa (*moringa oleífera*), sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*), millo (*Sorghum bicolor*), maíz (*zea mays*), King Grass (*Pennisetum Purpureum x Pennisetum Typhoides*), alemana (*Echynochloa polystachya*), totumo (*Crescentia cujete*). Además, en menor escala se utiliza batata como forraje, maní forrajero en asocio con *Brachiaria decumbens*



Figura 10. Yuca para forraje.

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

El totumo, abundante en la región Caribe colombiana, es consumido naturalmente por los animales en épocas secas y presenta alto potencial como recurso alimenticio no cultivado. Los ganaderos lo incorporan en las dietas, incluso como alimento único en sistemas doble propósito, ofreciéndolo fresco o fermentado, con sal y aceite, pero sin criterios nutricionales (Blandón y Acevedo, 2011) Además, el arbusto se integra en sistemas silvopastoriles, donde el ganado consume el follaje (Cajas, 2013)

- **Leguminosas forrajeras**

En la región caribe se utilizan para alimentación bovina algunas leguminosas arbustivas tales como el matarratón (*Gliricidia sepium*), Leucaena (*leucaena leucocephala*) y rastreras como el kudzú (*Pueraria phaseoloides*).

Además, coexisten en las praderas especies leguminosas de crecimiento espontáneo como el *Terannus* sp., en el valle del Sinú y distintas especies del género *Desmodium y Centrosema* en las sabanas.

Especies utilizadas en sistemas silvopastoriles y bosques de conservación

En algunas unidades productivas además de los pastos (gramíneas de pastoreo) los productores conservan bosques naturales, secundarios y sotobosques; han establecido ceiba, palma africana los cuales utilizan para pastoreo eventualmente y para uso silvopastoril propiamente dicho manejan praderas con teca, roble, caoba, guácimo y totumo; totumo, guácimo, matarratón, jobo, carbonero y dividivi o trupillo, carbonero y campano. Las proporciones de área de cada cultivo o policultivo se observan en la figura 11.

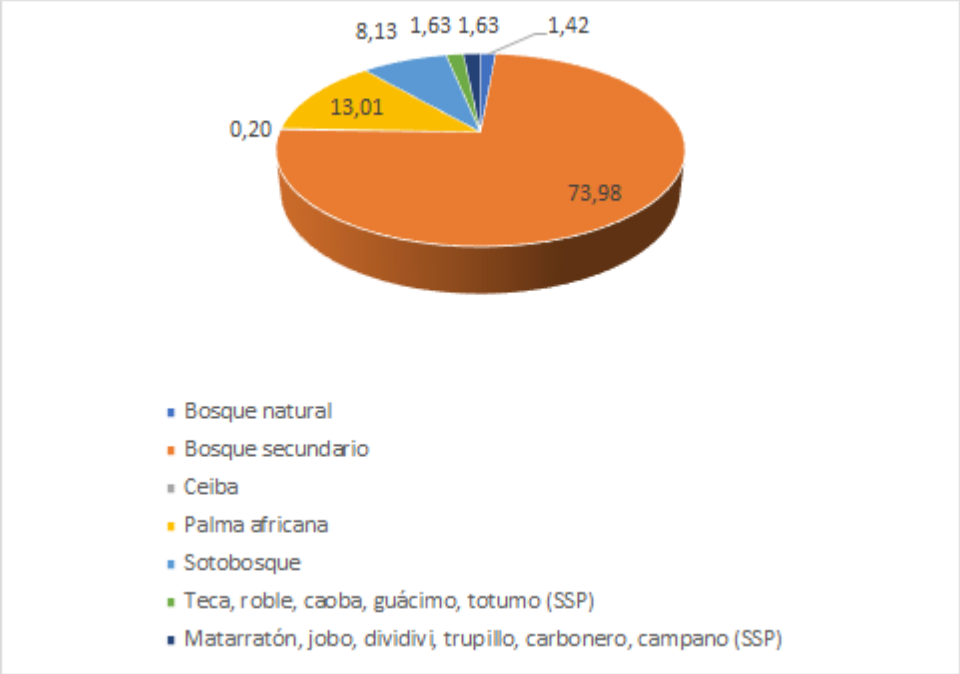


Figura 11. Cultivos y áreas utilizadas para silvopastoreo o conservación.

Fuente: Elaboración propia

- **Área en cultivos o huerta para autoconsumo**

Una característica de importancia en los sistemas de doble propósito es el área de cultivos para autoconsumo, consumo del ganado o para venta. En general son áreas pequeñas a excepción del maíz el cual ocasionalmente se siembra en mayor área para preparación de ensilaje para el ganado propio y/o para la venta (figura 12).

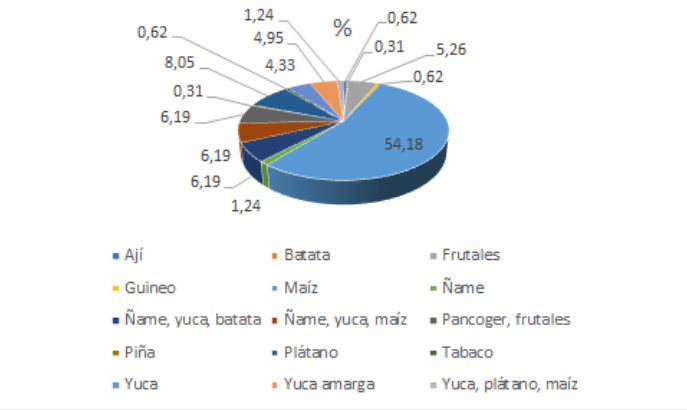


Figura 12. Cultivos registrados en el Caribe húmedo.

Fuente: Elaboración propia

- **Cultivos permanentes y/o maderables de unidades productivas**

En las unidades productivas también se identificaron áreas dedicadas a cultivos permanentes y bosques maderables para uso comercial predominando el área que combina los maderables con frutales (figura 13).

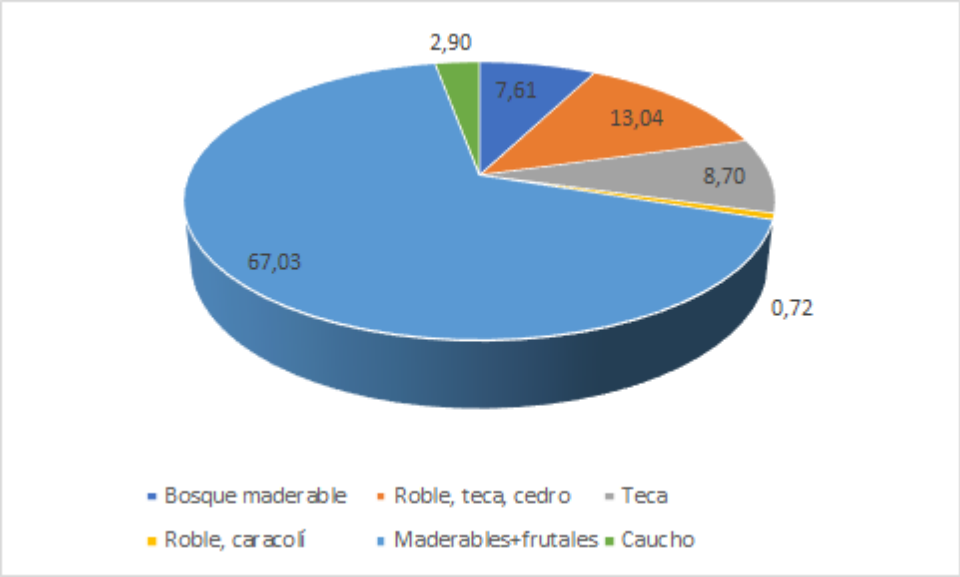


Figura 13. Área en cultivos permanentes y /o maderables.

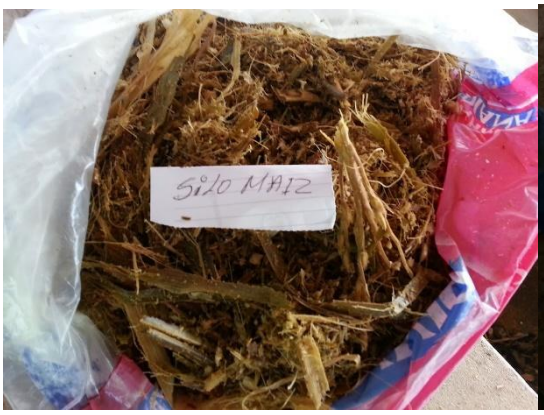
Fuente: Elaboración propia

- **Co-productos y subproductos**

Cacota de algodón, Cebada, gallinaza, harina de arroz, harina de pescado, melaza, mogolla, palmiste, salvado de arroz, salvado de maíz, ariche de ajonjolí, torta de ajonjolí, torta de soya, torta de palmiste, semilla de algodón, zema de arroz (figura 14).



Hoja de yuca ensilada Ensilaje de millo



Ensilaje de maíz



Salvado de maíz



Salvado de arroz



Ariche de ajonjolí



Torta de ajonjolí



Cacota de algodón

Figura 14. Subproductos muy utilizados en la alimentación de bovinos doble propósito en el caribe húmedo colombiano.

Fotos: Martha Oliva Santana Rodríguez

Capítulo IV

Aporte nutricional de los alimentos

Los alimentos por su aporte nutricional se clasifican en los siguientes grupos:

Alimentos voluminosos, en este grupo se incluyen aquellos alimentos que son ricos en fibra, tales como los forrajes, pastos, subproductos del procesamiento de productos agrícolas. El valor nutritivo de los pastos varía con muchos factores, entre ellos la edad de rebrote, cuando están jóvenes su digestibilidad y valor nutritivo en materia seca son altos, no obstante, al madurar los componentes de la pared celular y la lignina aumentan y se reduce el contenido de proteína, en consecuencia, se disminuye el valor nutritivo de las partes aprovechables por los animales.

Alimentos concentrados, Son aquellos de origen animal y vegetal y que pueden ser proteicos o energéticos pueden estar contenidos en frutos, granos, subproductos de procesamiento de grano o en alimentos basados en harinas de origen animal como la harina de pescado. Generalmente los alimentos concentrados aportan una alta concentración de nutrientes utilizables por el animal por unidad de volumen y mayor digestibilidad. Suelen ser alimentos con bajo contenido en fibra (menor del 18%). Si tienen un alto contenido en proteína (mayor del 20% PB) se conocen como concentrados proteicos y si no, como concentrados energéticos.

Fuente:
www.mapa.gob.es/app/nutricionanimal/glosarionutricionanimal.aspx#:~:text=Alimentos%20concentrados,si%20no%2C%20como%20concentrados%20energ%C3%A9ticos.

Subproductos del procesamiento de productos agrícolas, En el proceso de la agroindustria se generan una serie de subproductosa partir de: (a) residuos y desechos de cultivos; (b) subproductos de frutas y verduras; (c) subproductos de la industria azucarera, del almidón y de la confitería; (d) subproductos de la industria del aceite; (e) subproductos de cereales y legumbres; y (f) subproductos de destilerías y cervecerías (Alija et al., 2012) Estos subproductos se utilizan como fuente de alimento valioso, debido a que muchos de ellos contienen una gran cantidad de agua, pero requieren atención para la manipulación y conservación.

Aditivo, Es una sustancia, microorganismo o preparado distinto de las materias primas y premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o agua para influir favorablemente en la digestibilidad, el rendimiento productivo, salud o bienestar de los animales (Ravindran, 2010).

Alimentos utilizados en la ganadería de doble propósito

Los alimentos utilizados para los bovinos del sistema de doble propósito son principalmente forrajes (tanto de pastoreo, cosecha y corte), alimentos concentrados, subproductos; minerales, vitaminas y aditivos que se suministran con la sal mineralizada.

En la región del Caribe húmedo, los forrajes de pastoreo son numerosos y de diferente composición y valor nutricional. En el capítulo III se describieron los principales pastos y forrajes utilizados por los productores, sus características y el manejo del pastoreo. Por otra parte, los alimentos concentrados que incluyen granos de cereales, semillas oleaginosas que aportan energía y proteínas a la dieta y los subproductos de la agroindustria son residuos de varios procesos de fabricación de alimentos que se utilizan en animales y son de menor costo que los concentrados. También se utilizan suplementos minerales (sales mineralizadas) y vitaminas. Además, en algunos casos se utilizan aditivos como aminoácidos sintéticos, fuentes de nitrógeno no proteico como la urea, levaduras, etc.

Dentro de los alimentos concentrados el maíz es el principal suplemento energético de alta digestibilidad, debido a su alto contenido en almidón (72-73% del peso del grano) y grasa, pero la concentración de fibra es baja (2,1%), la proteína varía entre 8 y 11% (https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S03.htm) y contiene alrededor del 2 a 3% de lípidos en especial insaturados. Para incorporarlo a un suplemento o concentrado este se debe romper o moler y su valor nutritivo dependerá del método y el grado de procesamiento. Se debe tener en cuenta que la degradabilidad del almidón de maíz es menor que la de la mayoría de los otros granos de cereales, lo cual tiene una ventaja porque las altas tasas de degradabilidad del almidón pueden causar acidosis ruminal y disminución de la grasa en la leche. Al igual que todos los cereales, el maíz es deficitario en calcio (0,03%), sodio, microminerales y vitaminas hidrosubles, y de valor aceptable en fósforo (0,25%) (http://www.fundacionfedna.org/node/370). El maíz amarillo tiene un alto contenido de betacarotenos, que son precursores de la vitamina A. El grano de maíz se puede cosechar húmedo (alrededor de 28 a 35% de humedad) y ensilarlo como fuente de forraje y energía (Chalkling y Rosina, 2003)

Los suplementos proteicos disponibles en la región caribe para vacas de doble propósito son la torta de soya, la torta de algodón y los granos de destilería. Estos suplementos se valoran en función de su degradabilidad ruminal, composición de aminoácidos limitantes como metionina, lisina e histidina, en especial para vacas de alta producción y, por último, pero no menos importante, el precio, ya que los suplementos proteicos son los de mayor costo.

El suplemento proteico más importante es la torta de soya, subproducto de la industria de procesamiento de soya, que generalmente se importa. La torta de soya contiene entre el 44% y 48,5% de proteína cruda y se puede administrar de manera segura a las vacas as como el principal suplemento proteico en la dieta (Fundación FEDNA). La proteína de torta de soya es de alta calidad, siendo casi toda proteína verdadera. Hay dos tipos de torta de soya: extraída por solvente y por presión. La torta que se obtiene con solvente es baja en grasa (entre 1 a 2%), mientras que la torta de soya resultado de la extracción por expeller puede tener entre 8 a 10% de grasa residual; por lo tanto, esta última tiene mayor valor energético que la extraída

con solvente. La extracción de aceite por presión genera altas temperaturas, lo que protege parcialmente la proteína de soya de la degradación microbiana en el rumen, y esto aumenta el valor alimenticio de la torta de soya para los rumiantes. La soya tiene una concentración más baja de calcio, pero más alta de fósforo que el maíz. La soya entera, cruda o tratada con calor, también se puede utilizar como suplemento para vacas de doble propósito y se constituye en una buena fuente de proteína sobrepasante. Los granos de soya enteros se pueden tostar entre 154 a 160 °C y antes de suministrarlos a las vacas se pueden partir por la mitad o en cuartos, pero no molerlos.

Cuando esté disponible, la semilla de algodón entera o la torta de semilla de algodón se puede utilizar como suplemento proteico para las vacas doble propósito. La semilla de algodón entera tiene un alto contenido de fibra digestible (50% fibra detergente neutra) y de energía debido a su contenido de grasa (19%). Se puede suministrar hasta el 10% de la ración en base seca. La torta después de la extracción del aceite tiene hasta un 42 % de proteína cruda, pero puede tener altos niveles de gosipol, que puede ser tóxico para bovinos jóvenes.

Otros co-productos de la agroindustria que se pueden utilizar de acuerdo con su disponibilidad y precio son los granos de destilería (de la industria del etanol), granos de cervecería (de la industria cervecera), ambos fuentes de proteína sobrepasante, también en el mercado se pueden conseguir varios co-productos de molienda de maíz y trigo (salvado), subproductos de panadería (que son todos fuentes de fibra digerible), pulpa de cítricos (fuentes de fibra digerible), melaza de caña de azúcar, torta de palmiste (alta y baja en grasa), co-productos de arroz (tamo), grasa animal y otros. A las vacas les gustan especialmente los dulces y la inclusión de melaza en la dieta puede tener un efecto positivo en el consumo de alimento y la producción de leche.

Algunos de los aditivos utilizados en la alimentación de las vacas de doble propósito para aumentar el consumo de alimento, la producción de leche, la grasa y la proteína de la leche, son los cultivos de levadura y los probióticos de varios tipos (diseñados para mejorar la fermentación del rumen o para la salud intestinal), vitaminas o suplementos de precursores de vitaminas (como biotina, beta- carotenos, niacina), fuentes de nitrógeno no proteico (incluidos productos de nitrógeno de liberación lenta, como la urea), aminoácidos protegidos de la acción de las bacterias del rumen, aceites esenciales y otros compuestos bioactivos derivados de plantas (como saponinas y taninos); sin embargo, los aditivos no suplen deficiencias del forraje y los suplementos.

La urea es una fuente de nitrógeno no proteico, que se utiliza para que las bacterias del rumen produzcan proteína microbiana. Esta proteína bacteriana es a su vez utilizada por la vaca como fuente de aminoácidos. La urea se descompone en amoníaco en el rumen y bacterias del rumen la utilizan, siempre y cuando haya suficiente energía, para la síntesis de proteína microbiana. El uso de la urea en las raciones para vacas doble propósito no debe sobrepasar el 1% de la materia seca de la dieta, debido a que el amoníaco es tóxico y si se consume mucha urea se puede presentar intoxicación y muerte del animal. Se debe tener en cuenta que la urea no puede reemplazar más del 20% de la fuente de proteína ya que las bacterias

ruminales se desarrollan mejor con las fuentes de proteína vegetal del pasto o los subproductos proteicos como la torta de soya o de algodón.

Composición bromatológica y nutricional de los pastos, cultivos forrajeros y subproductos utilizados en la alimentación de los bovinos del sistema doble propósito

Una de las principales características de los pastos y cultivos forrajeros tropicales es que presentan oscilaciones fuertes en la producción de biomasa y calidad nutritiva, que dependen de una variedad de factores, entre ellos; el manejo, humedad del suelo, fertilización, tiempo de descanso, ocupación, entre otros, debido a estas circunstancias el uso de subproductos para la alimentación del ganado doble propósito, suple de manera racional el déficit de nutrientes que no estarían en algunos momentos disponibles en la dieta base de los animales.

A continuación, se presenta la composición nutricional de las principales fuentes de alimentación que se encuentran disponibles y fueron colectadas (figura 15) en las fincas de doble propósito del Caribe Húmedo. Las muestras de los distintos alimentos se enviaron a laboratorios de química analítica de La Corporación Colombiana de investigación agropecuaria AGROSAVIA, Centro de Investigación Turipaná, para su análisis. Los análisis de las muestras de concentrados y co-productos colectadas se realizaron por la técnica de la Association of official analytical Chemists (AOAC) mediante las técnicas (Proteina cruda (PC) =AOAC 960.52 y 2001.11, Fibra en detergente neutro (FDN) =AOAC 2002.04, Fibra en detergente ácido (FDA)= AOAC973.18; extracto etereo (EE)= AOAC 2003.06, cenizas =AOAC 942.05, lignina = AOAC 973.18) utilizadas por el laboratorio de Corpoica, Turipaná. En la búsqueda de reducción de costos de análisis para uso de los asistentes técnicos, investigadores, académicos y productores, se contribuyó a la calibración de las ecuaciones de predicción del valor nutricional de los forrajes por Espectroscopia de reflexión en el infrarojo cercano- NIRS para los parámetros de valor nutricional PC, FDN, FDA, fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) de los pastos *D. aristatum*, *B. brizantha* Toledo, *B. decumbens*, *B. humidicola*, B. hibrido Mulato II, *B. pertusa*, y *P. máximum* mombaza a diferentes edades de rebrote, información que se encuentra en una plataforma siembra (CORPOICA, informe 2013).



Figura 15. Muestreo de forrajes para análisis

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Los resultados del análisis de las muestras se encuentran en una base de datos local y parte de ellos en la plataforma AlimenTro, la cual relaciona el recurso, procedencia, tiempo de rebrote y manejo en lo referente a fertilización o riego.

Resultados de la caracterización de recursos alimenticios con potencial de uso en sistemas de alimentación de doble propósito

De manera general en la tabla 7, se presentan valores promedio de composición de muestras de algunos grupos de alimentos colectados (leguminosas, cultivos forrajeros frescos y conservados en forma de silo, subproductos y semillas de arbustos y árboles) en las UP caracterizadas en el caribe húmedo.

Tabla 7. Valores promedio de composición de grupos de alimentos de la canasta para bovinos del Caribe húmedo, producción de doble propósito y lechería tropical

Recurso	MS	PC	Ceniza	EE	FDN	FDA	Lignina	pH
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Leguminosas	30,3	19,8	8,8	3,6	38,3	11	9,62	
Cultivos forrajeros	25,94	16,9	8,82	3,8	40,8	24,5	10,01	
Subproductos	90,2		18,9	14,1	45,7	26,5	2,8	
Semillas o frutos de arbustos y árboles	83,84	10,41	8,73	3,24	30,3	11,9	6,03	
Ensilaje	28,2	8,6	9,31	2,66	55,2	31,1	6,49	3,6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se presentan valores promedio de composición nutricional de gramíneas de pastoreo colectadas en la UP caracterizadas en el caribe húmedo.

Tabla 8. Parámetros nutricionales de gramíneas de pastoreo utilizadas para alimentación de bovinos doble propósito del Caribe húmedo

Especie	MS	PC (%)	Ceniza (%)	E E (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)
B. mutica	23,6	11,1	9,6	1,8	59,6	33,9	3,2
B. pertusa	34,5	7,3	ND	ND	70,7	39,3	4,9
B. decumbens	21,8	9,7	ND	ND	65,4	32,3	2,8
B. h. mulato II	21	9,1	10,1	ND	65,5	33,3	4,2
B. humidicola	22,2	7,7	6,4	1,3	68,1	38	5,2
B. mutica	23,6	11,1	9,6	1,8	56,9	33,9	3,2
B. plantaginea	22,5	10,9	8,1	1,9	58,2	32,5	4
C. nlenfuensis	21,8	11,9	ND	5,8	69,1	35,7	3,8
D. aristatum	22	9,3	10,5	2	65,6	39	4,4

D. annulatum	29,4	6,1	8,5	ND	39,4	4,09	2,9
E. Polistachya	18	13,9	11,4	ND	61,2	39	7,5
I. Indicum	19,8	9,2	ND	ND	71,4	36,6	4,3
P.p.xP.tifoides	21,1	17,2	ND	ND	63,9	38,9	3,5
Pm. Común	18,7		10,5	10,5	70	41,6	3,8
Pm. Mombaza	30,2	8,4	11,3	2	67,4	38,5	4,4
Pm.tanzania	26	6,6	ND	ND	77,2	45,5	4,5
P. conjugatum	23,4	10,5	ND	ND	65,5	35,3	5,1
P. Purpureum	18,3	5,1	10,8		72,1	41,2	4,4

Fuente: Elaboración propia

ND: no disponible

Considerando que la mayoría de las praderas de los departamentos de Atlántico, Córdoba y Bolívar poseen algún grado de degradación y que las principales causas de degradación de las pasturas son: la baja fertilidad de los suelos, el pobre manejo de pasturas y el uso ineficiente de la fertilización, se presentan algunos ejemplos de la afectación a la calidad de algunos pastos.

Composición de pastos bajo plan de fertilización

Las deficiencias de minerales en el suelo causan también deficiencias nutricionales de los forrajes que a su vez se reflejan en una baja producción y el aprovechamiento por los animales. Pastos de buena calidad se pueden obtener aplicando buenas prácticas de manejo como la fertilización, que aumenta la calidad y productividad de los forrajes (Hernández, 2018) que acompañada de las prácticas adecuadas de manejo del pastoreo se traducen en una mayor capacidad de carga animal y mayor producción animal (Pezo 2018). En la Tabla 9 se observa como el efecto de la fertilización con…incrementó principalmente la concentración de proteína en los pastos Toledo y Colosuana en promedio del 17% y 15,6 % respectivamente.

Tabla 9. Composición bromatológica de pastos Toledo y Colosuana con fertilización

Especie forrajera	***Proteína (%)**	**FDN (%)**	**FDA (%)**	**Digestibilidad *In situ* (%)**
Toledo fertilizado	8,46	73,21	38,10	66,39
Toledo sin fertilización	7,03	71,71	38,25	63,90
Colosuana Fertilizado	11,44	71,51	40,84	39,35
Colosuana sin fertilización	9,62	73,41	43,45	39,66

FDN: Fibra en detergente neutro. FDA: Fibra en detergente ácido
Fuente: Elaboración propia

Composición bromatológica de pastos a diferentes edades de rebrote

La calidad nutricional de los forrajes está afectada por la edad del forraje y es un factor determinante de los indicadores zootécnicos en el sistema de producción en el cual se usan como alimento. Por lo anterior, se han realizado muchos estudios para evaluar este efecto en

distintas especies de pastos con el fin de generar recomendaciones de manejo. Los estudios han reportado que existe una tendencia descendente de la cantidad de proteína bruta y la digestibilidad de la materia seca a medida que se incrementa la edad de corte; los valores de materia seca y FDN, tienen comportamiento creciente a medida que aumenta la edad (Lara-Mantilla, Oviedo Zumaqué y Betancur Hurtado (2010); Angulo-Arroyave y Rosero-Noguera (2018).

Esto es importante ya que la edad óptima de uso es propia de cada especie y si se deja madurar el pasto, la proteína puede bajar a concentraciones en los cuales la disponibilidad de nitrógeno no cubre el requerimiento del animal (NRC, 2001).

En la tabla 10 se presentan algunos parámetros de calidad del pasto colosuana a dos edades de cosecha que consisten en 30 y 60 días en los cuales se observan los cambios en su calidad nutricional principalmente en la disponibilidad de proteína y digestibilidad (%MS), disminuyendo en 30 y 25% respectivamente.

Tabla 10. Variación de los parámetros de calidad por efecto del tiempo de rebrote del pasto Colosuana

Edad rebrote (días)	Parámetro	MS (%)	Proteína cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Digestibilidad *In situ* (%)
30	Promedio	24,98	9,52	65,84	38,92	66,87
	DE	5,45	1,03	2,61	5,79	3,71
60	Promedio	33,53	6,67	74,47	37,30	49,90
	DE	11,72	1,38	2,25	2,12	7,31

Fuente: Elaboración propia

MS: materia seca; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido; DE: desviación estándar

Composición bromatológica del pasto según la época del año

La época ejerce un efecto marcado en la productividad del pasto debido al estrés hídrico que se causa en las plantas en la época de menor precipitación (sequía), el cual afecta no solo el crecimiento de la planta sino también el contenido de nutrientes; en la Tabla 11 se ilustra la variación ocurrida en algunos parámetros de calidad del pasto Ángleton.

Tabla 11. Variación de los parámetros de calidad del pasto ángleton por efecto de la época del año

Época	Parámetro	MS (%)	Proteína cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Digestibilidad *In situ* (%)
Lluvia	Promedio	21,53	10,99	63,63	32,84	4,12	64,08
	DE	1,94	0,33	0,43	3,02	0,13	3,33
Sequía	Promedio	40,21	8,20	66,29	35,30	4,10	60,31
	DE	6,70	1,90	2,23	1,76	0,46	1,30

Fuente: Elaboración propia

MS: materia seca; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido;DE: desviación estándar

Los efectos de la labranza vertical y fertilización sobre la disponibilidad de forraje en pasto colosuana también han mostrado que el aumento es mucho mayor en la época de lluvias que en la de sequía; durante la época seca el efecto negativo del estrés hídrico se reduce, obteniendo una producción promedio de forraje que duplicó la obtenida en el mismo periodo en la pradera sin la intervención tecnológica (5,2 vs. 2,5 t de MS ha-1) (Cajas, et al., 2013)

Composición bromatológica de pastos de corte

Los valores promedio de a composición de los pastos de corte colectados en las UP del caribe húmedo colombiano se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Composición de los pastos de corte a distintas edades de rebrote utilizados en las UP del Caribe

Especie de pasto	Rebrote (días)	MS %	PC %	FDN %	FDA %	EE %	Cnz	Digestibilidad *In situ* (%)
Elefante morado	90	16,0	6,1	69,2	44,2	0,1	13,0	54,4
Elefante morado	100	29,2	7,0	65,8	41,0	0,1	15,3	69,0
Elefante morado	120	23,1	6,6	69,2	38,9	1,7	10,2	60,9
Elefante común	30	33,8	9,2	69,2	33,6	2,4	12,3	69,2
Elefante común	120	27,2	4,6	73,4	45,9	1,5	7,5	51,2
Maralfalfa	60,0	20,3	9,6	66,8	32,4	1,5	10,1	74,3

Fuente: Elaboración propia

MS: materia seca; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido; EE: extracto etéreo; Cnz: cenizas.

Composición bromatológica de leguminosas

La composición bromatológica de las leguminosas arbustivas colectadas, matarratón (*Gliricidia sepium* y *leucaena leucocephala*) y leguminosa rastrera (*Calopogonium muconoides*), se presenta en la figura 16, destacándose que los valores promedio de PC son superiores a 17%, FDN<43% y FDA <22%

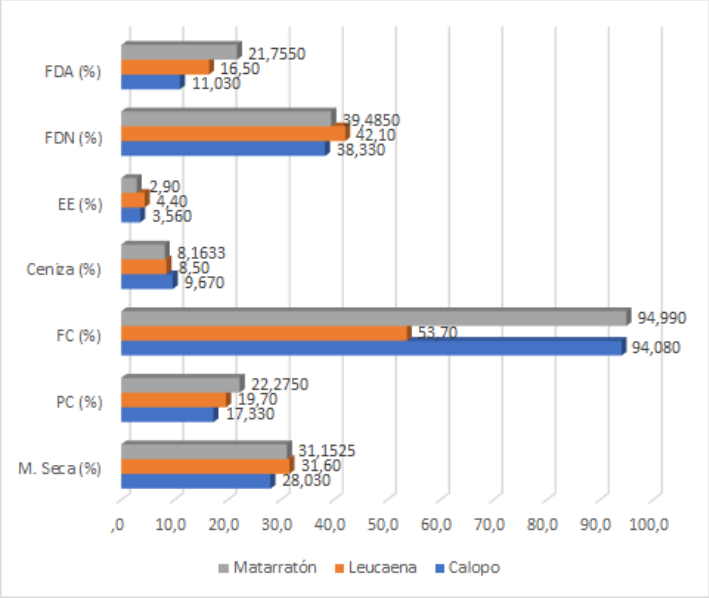


Figura 16. Composición bromatológica de leguminosas matarratón, leucaena y calopo

Composición bromatológica de forrajeras no leguminosas.

Fuente: Elaboración propia

Los valores promedio de materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo**,** fibra en detergente neutro, fibra en detergente ácido, lignina y fibra cruda de muestras de especies forrajeras colectadas en las UP del caribe húmedo se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Composición bromatológica de especies forrajeras no leguminosas

Especie	**MS %**	**PC %**	**Cnz %**	**EE %**	**FDN %**	**FDA %**	**Lignina %**	**FC %**
Batata		13,6	13,37	ND	35,05	22,72	4,53	
Botón de oro	25,38	22,9	11,28	2,31	35,51	32,01	34,94	94,37
Cañafístola-fruto	88,22	7,9	5,85	0,51	31,13	6,56	1,19	
Caracolí-semilla	91,27	6,6	2,9	9,06	ND	ND	5,06	10,28
Carbonero-semilla	89,00	15,5	4,20	3,78	ND	ND	10,64	26,97
Guácimo- hoja	33,25	16,4	7,96	3,87	51,93	28,78	8,61	94,27
Guácimo- semilla	61,27	8,7	8,3	3,4	42,89	21,3	6,79	77,63
Yuca-hoja	32,57	23,8	6,3	5,13	41,02	25,3	ND	28,53
Totumo-hoja	36,52	15,8	7,06	2,86	56,16	37,27	18,68	18,67
Moringa	25,32	21,8	10	4,03	34,13	15,49	2,5	93,92
Orejero-fruto	89,42	13,3	22,4	2,46	16,95	7,76	6,46	46,1
Plátano-forraje	25,00	18,30	12,60	6,09	56,51	27,24	4,03	94,7
Yuca-forraje	27,72	16,90	8,07	2,32	48,49	28,00	6,77	94,4
Yuca-raíz	38,31	3,02	2,74		8,01	3,55	0,5	92,28

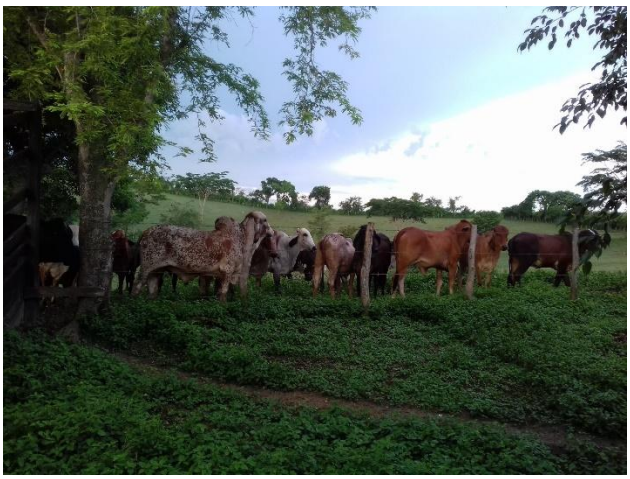
Fuente: Elaboración propia

MS: materia seca; PC: proteína cruda; Cnz: cenizas; EE: extracto etéreo; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido; FC: fibra cruda

Capítulo V

Dietas utilizadas por los productores del Caribe húmedo para la alimentación de bovinos doble propósito

En la época de baja disponibilidad de forrajes provenientes del pastoreo de gramíneas y algunas leguminosas que se encuentran en las praderas, en el caribe colombiano los productores utilizan otros recursos alimenticios los cuales de manera balanceada pueden cumplir un rol importante en la nutrición de los bovinos. En las visitas realizadas a las 83 unidades productivas se registraron en los cuestionarios los alimentos, las cantidades y proporciones que eran utilizadas para la alimentación de las vacas en producción y de sus crías. De esta manera se obtuvo una base de datos la cual se analizó en forma descriptiva.



Separador



Descripción de dietas utilizadas en las UP del caribe húmedo caracterizadas

En el estudio se verificó que en 65,35% de las unidades productivas se utilizaba algún alimento diferente al forraje consumido durante el pastoreo para la alimentación de las vacas en producción, especialmente en época crítica de reducción del pasto en las praderas. De estas UP el 91,6% suplementaban con un único suplemento a las vacas y crías en forma

conjunta o separada. Únicamente el 13,3% del total de UP que practicaban la suplementación, adquirían o preparaban un suplemento especialmente para las crías. La suplementación comprendía forraje fresco picado o conservado, co-productos y concentrados comerciales (tabla 14).

Tabla 14. Descripción de las dietas utilizadas por los productores del caribe húmedo colombiano para vacas y crías del sistema de doble propósito o todos los animales

Suplemento	n	Cantidad Kg/a/d	Cantidad kg/a/d	Cantidad kg/a/d
Un Pasto de corte (PC)	11	2,7-30	1 a 10	
Mezcla de Pastos de corte (MPC)	5	3-18	10	
PC + Ensilaje (PC+E)	4	5 a 30	5 a 10	
PC + subproductos (PC+S)	6	5 a 10	0,5-1	
Ensilaje (E)	6	3 a 30		
Mezcla de ensilajes +subprod (ME+S)	3	2 a 30	15	6
Ensilaje + pasto picado+ subprod	4	5 a 27	3 a 11	1 a 1,5
Ensilaje + subproductos	3	3 a 30	2 a 6	
Ensilaje + concentrado	1	1	1	
Heno	1	4		
Heno + subproductos	2	4 a 10	1,5 a 4	
Caña	4	3	3	
Caña+ pasto picado (CÑPC)	1	2,5	2,5	
Caña+ensilaje+subproducto (CES)	1	6	2,8	1
Leguminosas (L)	1	7,6		
1 subproducto (S)	4	0,208	5	
Mezcla de subproductos (MS)	9	0,5	4	

Nota: encada columna de cantidad se registró el valor o rango de la cantidad suministrada de cada ingrediente en su respectivo orden

PC: pasto de picado (elefante morado, maralfalfa, king grass, pasto cuba, mombasa, admirable, tanzania)

E: Ensilaje (silos de maíz, sorgo y millo, totumo, moringa, botón de oro)

C: concentrado comercial

H: Heno (heno de angleton, heno de colosuana)

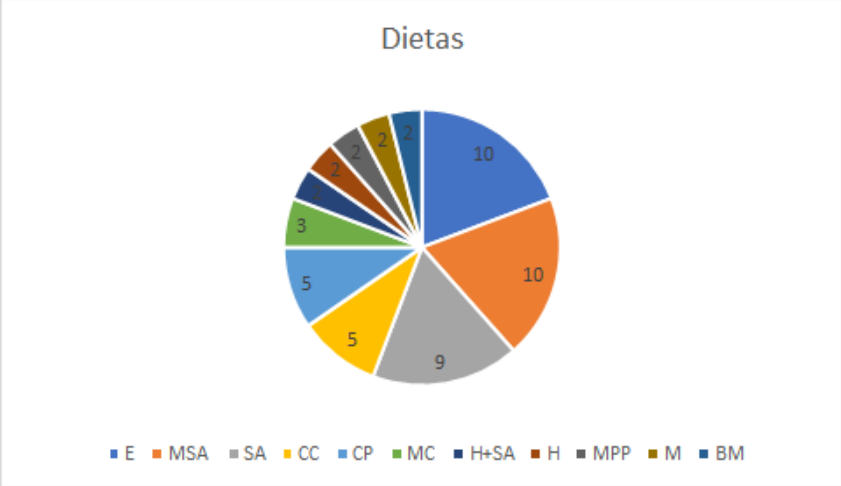
L: Leguminosas (leucaena, matarratón)

Subproductos: ariche de cebada, salvado de arroz y maíz, melaza, torta de palmiste, semilla de algodón, cacota de algodón, mogolla, ripio de yuca y batata)

Se dejó independiente la caña por ser cultivo forrajero muy utilizado

Fuente: Elaboración propia

Del total de dietas identificadas que corresponden a 33, las más utilizadas son las que se presentan en la figura 17, destacándose el uso más frecuente de ensilaje y subproductos de la agroindustria en mezcla o un solo subproducto, concentrado comercial y millo criollo.



E: ensilaje; MSA: mezcla de subproductos agropecuarios, SA: subproductos agropecuarios, CC: concentrado comercial, CP: pasto picado; MC: mezcla de cultivos, H+SA: heno + mezcla de subproductos, H: heno, MPP: mezclas de pastos picados, M: mombasa y BM: bloques multinutricionales comerciales

Figura 17. Principales dietas utilizadas para la alimentación del ganado doble propósito en las unidades productivas caracterizadas.

Fuente: Elaboración propia

De las UP que suplementan las crías, el 36,4% registra el peso de éstas; siendo el peso promedio de 120 kg con un rango de variación entre 60 y 220 kg, el alimento y la cantidad suministrada diariamente por cada cría, así como el peso vivo de éstas se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15. Dietas específicas para cría utilizadas por productores del Caribe húmedo

Encuesta	Producto	Cantidad de la mezcla (kg/animal	PV *cría (kg)	Encuesta	Producto	Cantidad De la mezcla	PV cría (kg)
4	Maná o mogolla	0,570	ND	71	Superternera o leche en polvo	ND	60
5	Matarratón	0,526	ND	83	Heno	10*	120
7	Superternera	0,5	ND	93	Elefante morado	2,5	80
9	Torta de palmiste	0,05	ND	113	Ensilaje de tanzania	0,4	ND
17	Caña	2,5**	220	114	Salvado maíz, mogolla y torta de palmiste*	ND	ND
70	Cebada		ND				

*Crías estabuladas ** Crías menores de 1 año

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de dietas energético- proteicas y su efecto sobre la eficiencia productiva y reproductiva de vacas lactantes

La alimentación de vacas de sistemas de producción de doble propósito debe ser atendida desde la fase inicial de la lactancia para así cubrir 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, y de este modo 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).

En UP de ganadería de doble propósito de los municipios de San Carlos y El Carmen de Bolívar en los departamentos de Córdoba y Bolívar se seleccionaron dos UP modales, para evaluar el efecto de la respuesta a la suplementación de vacas mestizas en condiciones fisiológicas homogéneas (partos, fase de lactancia y peso corporal) sobre la respuesta de producción de leche (PL), y la ganancia diaria de peso (GDP). Durante el periodo comprendido entre enero de 2015 a mayo de 2016 las vacas fueron suplementadas con dietas energético-proteicas formuladas de acuerdo con los requerimientos del NRC 1996 para vacas en lactancia de 350-400 kg de peso (Tabla 16) con base en subproductos agroindustriales no convencionales (DEP), frente a la dieta ofrecida por el productor (DProd). Las vacas de cada tratamiento recibieron las dietas en el corral después del ordeño en la mañana (4 – 6 am) y antes del pastoreo. En las UP la base forrajera consistió en pasto colosuana mezclado con otras especies. La composición racial de los animales era H: Holstein G: Gyr; P: Pardo Suizo; C: Cebú en San Carlos y H×G: Holstein × Gyr; P×C: Pardo Suizo × cebú en Carmen de Bolívar.

Tabla 16. Ingredientes, composición y calidad de los suplementos suministrados a vacas en lactancia bajo los tratamientos DProd en las UP de San Carlos y El Carmen de Bolívar

Municipios	San Carlos	Carmen de Bolívar
[2]Forraje	600	643
[3]E. maíz (*Z.mays*)	271	-
Caña de azúcar (*S. officinarum*) + urea	-	297
Forraje de yuca (*M. esculenta*)	130	60
	Calidad	
PC (g/kg)	112	108
NDT (g/kg)	570,2	520
Relación NDT: PC	5,08	4,08

[1] ingredientes: g/kg de MS del suplemento del productor (DProd) ofrecido a vacas de doble propósito a partir de 147 ±10 días de lactancia
[2] forrajes: corresponden a los pastos Colosuana, Ángleton y Mombasa predominantes en los sistemas de producción de la zona
[3] E: ensilaje
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Ingredientes, composición y calidad de los suplementos suministrados a vacas en lactancia bajo los tratamientos DEP en UP de San Carlos y El Carmen de Bolívar

Municipios	San Carlos	Carmen de Bolívar
[2]Forraje	746	731
Salvado de arroz (*O. sativa*)	73	130
Semilla de algodón (*G. hirsutum*)	51	19
[3]Prosograso	67	-
Torta de palmiste (*E. Guineesnis*)	59	115
Urea	5,2	5,2
	Calidad	
PC (g/kg)	145	149
NDT (g/kg)	588,1	578,1
Relación NDT: PC	4,05	3,87

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

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

[3] Prosograso: subproducto empleado en alimentación animal se genera en la planta de beneficio en el flujo de procesamiento de la producción de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*)

Fuente: Elaboración propia

Determinación de disponibilidad y consumo de forraje (DF): en las UP la oferta de forraje durante el pastoreo de los animales se manejó por medio de 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 unidades productivas, cada 14 días utilizando la técnica de disponibilidad por frecuencia (Hoyos, 1994) (Figura 18).

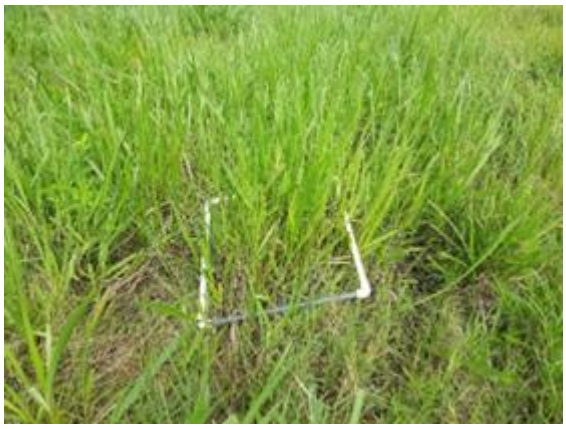


Figura 18. Medición de disponibilidad de forraje.

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

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 unidades productivas se obtuvieron muestras representativas de suplemento ofrecido y rechazado para el análisis de la composición nutricional. Los datos obtenidos del consumo de materia seca y la composición bromatológica del suplemento permitieron estimar el consumo de nutrientes de los animales de cada tratamiento (Tabla 16).

Evaluación de la calidad nutricional de los forrajes. 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) y las correcciones de cenizas y proteína para la fibra en detergente neutro (FDNcp), se realizaron de acuerdo con los procedimientos descritos por Licitra *et al*. (1996) y Mertens (2002).

Variables de respuesta animal: Cada 28 días se registró el peso vivo de las vacas y las crías en una báscula ganadera digital (figura 19). 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 (C) de suplemento por diferencia de peso entre las cantidades del suplemento ofrecido y el suplemento no consumido.



Figura 19. Pesaje de crías doble propósito.

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Medición de producción y calidad composicional de la leche: Diariamente durante el bioensayo se registró la producción diaria de leche (PL) de cada vaca de los dos tratamientos.

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 moficicó. 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 evaluar la calidad composicional (CCL) se tomaron muestras individuales de leche por animal, con una frecuencia de 14 días, siguiendo los protocolos establecidos por Cerón *et al.,* (2014), y se enviaron al laboratorio Corpolac, de AGROSAVIA el cual se encuentra acreditado por la ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los compuestos: sólidos totales (métodos: AOAC 990.19 del 2006 y AOAC972.16 del 2005), grasa (métodos: AOAC 2000.8 del 2006 y AOAC 972.16 del 2005), proteína (métodos: AOAC991.20 del 2006, AOAC 972.16 del 2005)". Además, se determinó nitrógeno ureico en leche 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) (figura 20).





Figura 20. Toma de muestra y muestra de leche debidamente marcada para envío al laboratorio para el análisis de calidad composicional.

Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

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 y homogeneidad de los datos. La producción de forraje por época se analizó mediante estadística descriptiva y la producción diaria de leche, la composición de la leche y la ganancia diaria de peso se analizaron por unidad productiva y tratamiento. Las medias de tratamiento se compararon mediante prueba T-Student, cuya hipótesis alterna es la diferencia en las medias de cada variable entre tratamientos utilizando un nivel de significancia $p \leq 0,05$

Resultados

Disponibilidad y consumo de forraje. Durante el periodo de evaluación se evidenció variación de la disponibilidad de forraje en las UP 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 3522 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.

Consumo estimado de nutrientes: En la Tabla 18 se presentan los resultados del consumo de nutrientes estimados de animales para cada tratamiento en las unidades productivas experimentales.

El consumo de MS del pasto (kg MS/día) en animales de los tratamientos DProd y DEP correspondió en promedio a 9,2 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 fibra en detergente neutro corregida (FDNcp) y carbohidratos totales (CHOT) entre unidad productivas ($p=0,055$), 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, 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 ($p \leq 0,05$) 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).

Tabla 18. Consumo y digestibilidad de nutrientes (g/día) durante el segundo tercio de lactancia en vacas de diferentes tratamientos en cuatro unidades productivas experimentales de Bolívar y Córdoba

Tratamiento	DProd[1]		DEP[2]		
Localidad	**San Carlos**	**Carmen de Bolívar**	**San Carlos**	**Carmen de Bolívar**	**P-valor**
			10000	10000	0,153
MS pastos(g)[3]	10000	10800			
MS suplemento (g)	7000	6000	3400	3700	0,009*
MS suplemento(%PV)	1,8	1,6	0,87	1.02	0,008*
MS Total, (Kg)	17,0	16,8	13,4	13,7	0,055
PC (g)	1900	1814	2000	2089	0,009*
EE (g)	0,374	0,432	0,623	0,682	0,001*
FDNcp (g)	1082	9623	8067	8419	0,047*
CHOT(g)	12518	10796	9386	9803	0,031*
NDT (g)	8778	8778	7659	7935	0,345
EM (Mcal/d)	31,1	30,9	29,0	30,0	0,08

[1]DProd: nutrientes en la dieta suministrada por el productor

[2]DEP: nutrientes en la Dieta energético-proteica

[3]MSpastos: 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 ($p \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración propia

Producción de leche. La producción de leche (PLD) individual (litros/vaca/día) fue diferente en animales del tratamiento DEP de las unidades productivas 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; ms (Tabla 19).

Tabla 19. Producción de la leche diaria promedio de vacas experimentales en las UP caracterizadas y evaluadas en Bolívar y Córdoba

Unidad productiva	Análisis	Producción de leche (kg/a/d)		P- valor
		[1]DEP	[2]DProd	
Carmen de Bolívar	Media	6,42 ± 0,87	5,73 ± 1,4 *	0,035
San Carlos	Media	4,29 ± 0,9	3,60 ± 0,8	0,008*

[1]DEP: dieta energético-proteicas; [2]DProd: dieta del productor

*Diferencias estadísticas significativas (p≤0,05)

Fuente: Elaboración propia

Las producciones de leche en vacas de las unidades productivas de San Carlos y el Carmen de Bolívar del tratamiento DEP estarían posiblemente relacionadas con las mayores densidades de proteína en la dieta, que correspondieron a 2000 y 2089 g/d (Tabla 19) 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 SPDP, se encuentra que PLD inferiores a los observadas en el grupo de vacas bajo el tratamiento de DEP en unidad productivas 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 plestostachyus*), humídicola (*Brachiaria humidicola)* y Brizanta (*Brachiaria brizanta)* y suplementación con un kilogramo de maíz (*Z. mays*) obtuvo 3,11 kg /d.

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 para suplir el déficit de energía digestible que se presenta por restricción en el consumo de este nutriente, principalmente en los sistemas de alimentación basados en pastos tropicales, en los cuales el valor nutritivo se altera drásticamente conforme con el avance del estado de madurez de estos recursos (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.

Ganancia de peso de vacas. La ganancia diaria de peso (GDP) de las vacas en tratamientos DProd vs DEP solo presentó diferencias ($p<0,05$) en la unidad productiva de San Carlos, con promedios de 0,375 ± 0,07 y 0,01 ± 0,00 kg a/día, respectivamente; en las unidades productiva de El Carmen de Bolívar no hubo diferencias entre tratamientos, los valores de GDP en los dos tratamientos fueron similares (Tabla 20).

En la literatura se encuentran datos de menor promedio de ganancia de peso en vacas suplementadas con subproductos agroindustriales o forrajeros durante la lactancia como los reportados en estudios realizados por Fonseca *et al*., (2016), Arango y Vivas (2017), Arana y Velásquez (2012) y Cherobin *et al*. (2019); después del parto y durante la lactancia, las vacas presentan una pérdida progresiva de peso y/o ganancias de peso mínimas durante este periodo, lo anterior estaría influenciado por la mayor demanda de energía (ENm) para el mantenimiento y la producción de leche para su cría., Diskin y Kenny (2016) también indican, que el vínculo cría-vaca, es una condición que afecta negativamente el desempeño productivo de las vacas debido a la mayor demanda de energía para la producción de leche diaria.

Tabla 20. Ganancia diaria de peso promedio de vacas experimentales en dos unidades productivas de Bolívar y Córdoba

Unidad productiva	[1]GDP Vaca (kg/a/d)			GDP crías (kg/a/d)		
	[2]DEP	DProd	P- valor	DEP	DProd	P-valor
Carmen de Bolívar	0,245±0,07	0,203±0,09	0,378	0,47±0,01	0,407±0,03	0,037*
San Carlos	0,375±0,07	0,01±0,00	0,05	0,246±0,1	0,12±0,09	0,048*

[1] GDP: ganancia diaria de peso [2]DEP: dietas energético-proteica; DProd: dieta del productor

*Diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

Calidad composicional de la leche: el contenido de sólidos totales (ST %) en la leche varió entre fincas, con valores promedio de de 12,58% y 12,86% siendo mayor en la UP de El Carmen de Bolívar que en San Carlos. Con respecto a la dieta los ST (%) de la leche aumentaron de 12,55% a 12,61% en el hato de San carlos y de 12,63% a 12,99% en la UP de El Carmen de Bolívar, debido al suministro permanente de fibra efectiva, larga (Saborío,2011), fibra aprovechable por el animal que aumenta el contenido de grasa (Calvache, 2012). Otro factor de manejo que también influye en los sólidos totales de la leche es el ordeño, el cual se realiza en forma manual en toda la región y no se realiza a fondo, dejando leche residual a la cría. La leche residual tiene entre 6-7 % más contenido de grasa que la extraída al inicio del ordeño (Hazard T, sf) y en el hato de Cereté el ordeñador dejaba más leche a las crías que en el Carmen de Bolívar.

Ganancia de peso de las crías. Con relación a la ganancia de peso de las crías (GDP), se presentaron diferencias en GDP entre grupos que recibieron las dietas ($p<0,05$) en las UP 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 y 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 unidad productiva El Carmen de Bolívar, han sido reportados por Oviedo *et al*., (2011) con GDP de 0,484 kg/animal/d y por González-Stagnaro *et al*. (2006), con GDP de 0.462 kg/animal/d.

Respuesta reproductiva: en general el promedio de días abiertos fue 165,95 y 176,46 en las UP El carmen de Bolívar y San Carlos, respectivamente. Se presentó una reducción de los días abiertos, variando entre 150,6 y 150,92 días con dieta energético-proteica (EDP) y 181,29 y 202 días en vacas con dieta utilizada por el productor, respectivamente para las vacas de Up El carmen de Bolívar y San Carlos.

En otra UP ubicada en el municipio de Magangué en la cual los dos lotes de vacas recibieron suplementación balanceada en forma permanente ya que es finca representativa del sistema pastoreo con suplementación, los días abiertos variaron entre 215, 5 y 198,4 días con DEP y dieta utilizada por el productor.

La diferencia en días abiertos es importante ya que un día abierto en ganado de leche cuesta aproximadamente $20,000 pesos diarios (Fedegán, 2013).



Separador

Capítulo VI

Recomendaciones de uso de alimentos no convencionales y formulación de raciones para vacas doble propósito del Caribe húmedo

En los capítulos II al V se han descrito los alimentos utilizados en la alimentación del ganado doble propósito, las características generales de los sistemas de producción y los parámetros productivos del hato y los recursos que utilizan los productores para la alimentación. La información es de importancia relevante para que el asistente técnico pueda realizar un buen balance de raciones para cada grupo de animales de la unidad productiva y de esta manera hacer más eficiente el proceso productivo.

En este capítulo se presenta el paso a paso del balanceo de raciones para bovinos con el fin de que sirva de guía al asistente técnico, aclarando que no se tiene vínculo comercial con esta Universidad y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -AGROSAVIA- hace uso del programa mediante licencia, por lo anterior no se recomienda ni excluyen otros de la corporación o existentes en el mercado.

Paso a paso para la formulación de raciones mediante la utilización del programa de balanceo de raciones Large Ruminant Nutrition System LRNS*

Una condición importante para el balanceo de raciones es la disponibilidad de información y registros de producción de la unidad productiva para que el asistente técnico pueda analizarlos y una vez ajustado el manejo de las praderas y los animales de acuerdo con las normativas de buenas prácticas, se proceda a la formulación de las raciones que permitan optimizar la producción y mejorar el ingreso.

Los registros requeridos son de los animales composición racial, producción, reproducción), las praderas (tipo de pastos, tiempos de descanso y ocupación, composición nutricional, suplementos disponibles y del ambiente (velocidad del viento, humedad, temperatura).

Si el productor no dispone de los análisis calidad nutricional del forraje y de los suplementos para el balance de la ración puede utilizar la información de alimentos tropicales existentes en la plataforma de composición nutricional Alimentro desarrollada por Agrosavia https://alimentro.agrosavia.co/Home/Index?ReturnUrl=%2f) o la base de información disponible en diferentes programas como el software de balanceo de raciones Large Ruminant Nutrition System (LRNS) https://www.nutritionmodels.com/lrns.html desarrollado por la Universidad de Texas A&M.

El programa LRNS es un software que estima los requerimientos y el suministro de nutrientes de bovinos de carne y leche bajo condiciones específicas de tipo de animal, ambiente (factores climáticos), manejo y composición nutricional de los alimentos disponibles en cada sistema de producción.

A continuación, se presenta la información básica requerida para balanceo de raciones con el programa LRNS (Tabla 21)

Tabla 21. Información del animal, producción, manejo, ambiente y la ración para el balanceo de raciones con el programa LRNS

Descripción del animal	Producción	Manejo /ambiente	Ración
-Tipo de animal -Sexo -Edad en meses -Peso vacío en kg (actual y adulto) -Grupo racial -Días de gestación -Días posparto -Número de lactancias -Intervalo entre partos -Peso en kg de terneros al nacimiento -Edad al primer parto en meses	-Producción diaria de leche (kg/d) -Composición de la leche (grasa y proteína) -Precio de la leche -Condición corporal (escala 1 a 5, o 1 a 9) -Sistema de apareamiento (cruces) -Razas utilizadas en el apareamiento	-Utilización de aditivos o lípidos -Velocidad del viento -Temperatura ambiente y humedad relativa Temperatura mínima en la noche -Horas de luz solar -Exposición a tormentas -Espesor y longitud del pelaje -Espesor de barro en las praderas -Presencia de barro en el pelaje -Presencia de animales con jadeo -Tiempo en horas de animales de pie (pastoreo) y número de cambios de posición (estabulación) -Distancia en metros en caminatas en terreno plano y en pendiente	Selección de alimentos (forrajes, subproductos de agroindustria, sales y aditivos) -Composición nutricional de alimentos -Cantidades suministradas por día de cada alimento (kg/d) -Costo por kilogramo de los alimentos utilizados

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe de manera secuencial el registro de la información con el programa de balanceo de raciones.

En la figura 21 se presenta la ventana inicial del programa para el registro de la información que corresponde al paso 1. En esta ventana se crea el archivo del grupo de animales a los cuales se les va a realizar el balanceo de la ración (1. Animal Group). Para este ejemplo el grupo creado corresponde a vacas lactantes del sistema de doble propósito. También se definen las unidades en las cuales se va a trabajar (2. Metric), en este caso el sistema métrico; la base de balanceo de la ración con el alimento fresco (3. As Fed), es decir en base húmeda o alimento tal como se suministra al animal, las unidades de energía (4. Calorías) en calorías y el nivel de análisis (5. Level 2) que incluye el metabolismo ruminal.

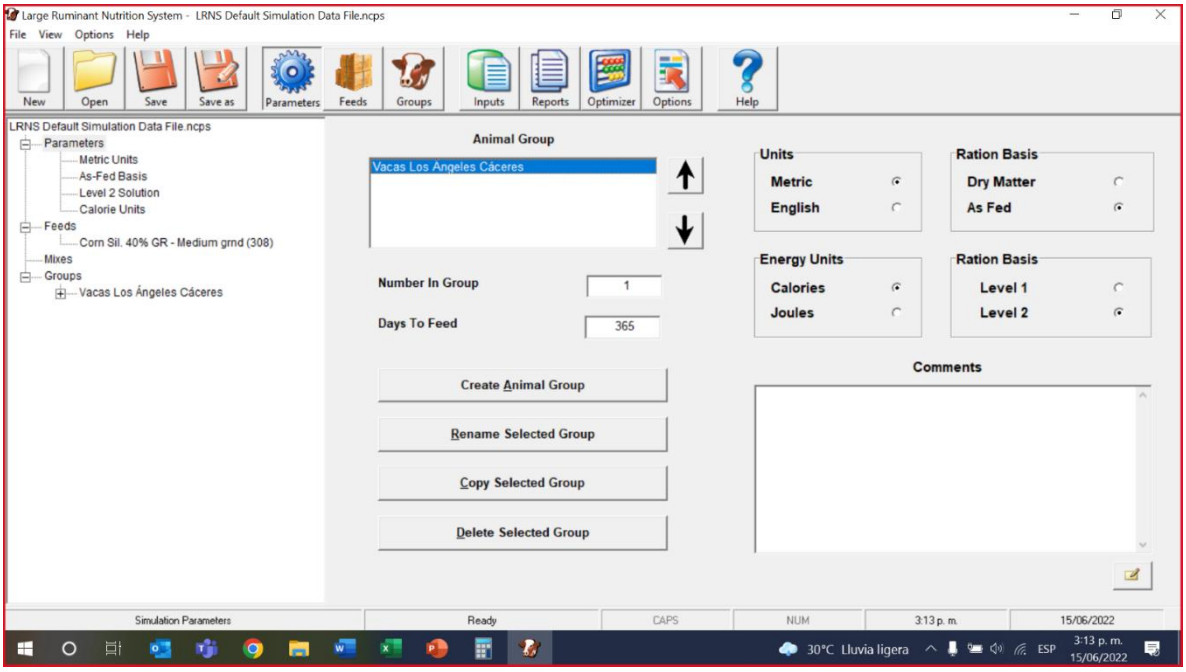


Figura 21. Ingreso de información general al LNRS, que incluye el grupo de animales (1), las unidades de medida (2), la base de ingreso de los alimentos (3), las unidades de energía (4) y el nivel de análisis (5).

Fuente: programa LRNS

El paso 2 incluye la información sobre la descripción de animal (figura 22). El tipo de animal corresponde en el presente ejemplo a vaca lechera lactante (1. Lactating Dairy Cow), de 64 meses de edad (2. Age), vaca (3. Sex), con peso corporal de 420 kg y peso maduro o adulto de 480 kg (4. Body weight, current, mature), de tipo racial cruzado (5. Breed type: Beef x Dairy) con 60 días de preñez (6. Days pregnant), 60 días posparto (7. Days since calving) y tres lactancias (8. Lactation number). El intervalo entre partos es de 14 meses (9. Calving interval), el peso esperado del ternero al parto de 29 kg (10. Exp. Calf birth weight) y la edad al primer parto de 36 meses (11. Age at first calving)

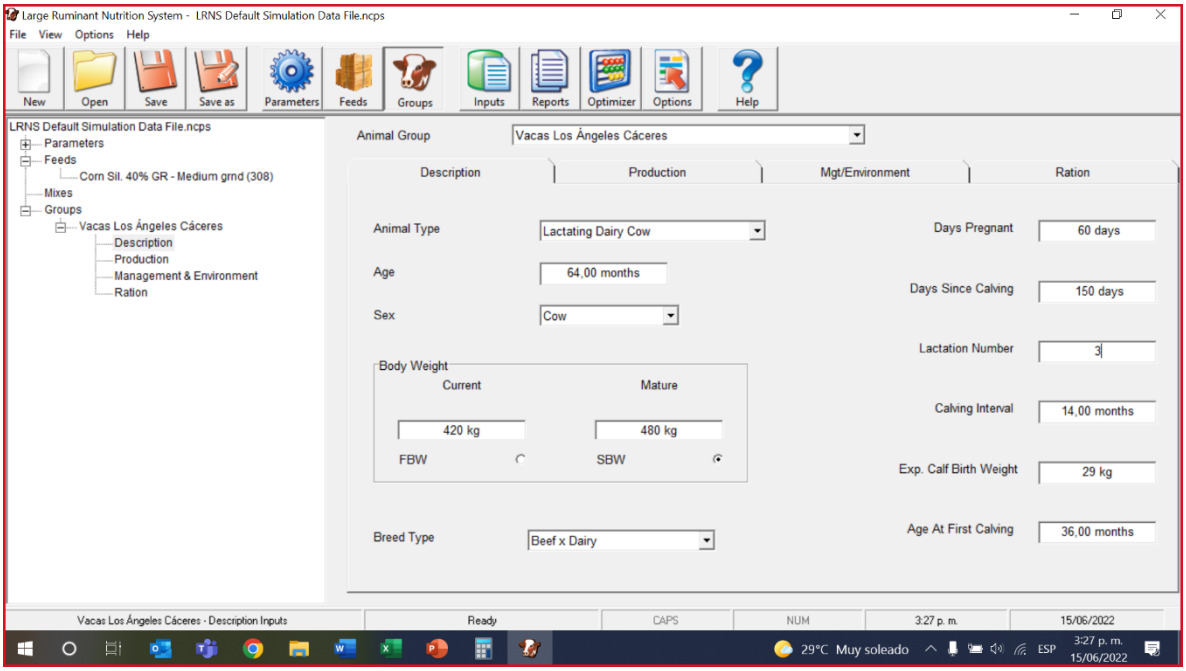


Figura 22. Ventana de registro de variables de descripción del tipo de animal y parámetros productivos del animal o grupo animal.

Fuente: programa LRNS

El tercer paso corresponde a la información de producción (figura 23). En este ejemplo no se incluyó la información promedia de producción de leche del hato (1. Rolling herd average), pero si se tuvo en cuenta la producción diaria de leche por animal (2. Milk production), la concentración de grasa de la leche de 3% (3. Milk fat), la concentración de proteína de la leche de 3% (4. Milk protein) y el precio de la leche por litro, con US$ 0,3 (5. Milk price).

La información adicional incluye el puntaje de condición corporal con 5, escala 1 a 9 (6. Condition score; Beef scale (1-9); Dairy scale (1-5)); el sistema de apareamiento con el cruce de dos razas (7. Breeding system) y el sistema de apareamiento con la raza de la vaca y el toro (8. Breeding system; Dam breed; Sire Breed).

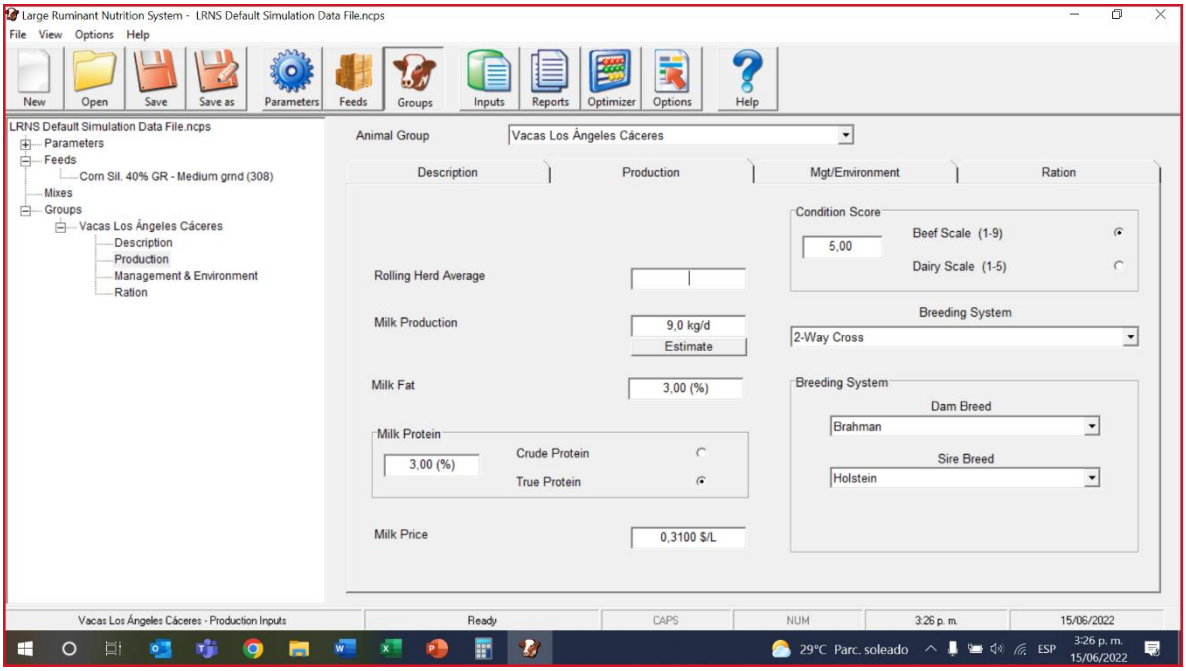


Figura 23. Ventana de registro de la producción y composición de la leche, la condición corporal y el sistema de apareamiento.

Fuente: programa LRNS

4. En el cuarto paso se registra la información ambiental disponible (figura 24). Previo a esto se pregunta si se incluye algún aditivo o grasa en la leche (1. Additive; Added fat in diet) que para este caso no se incluyó.

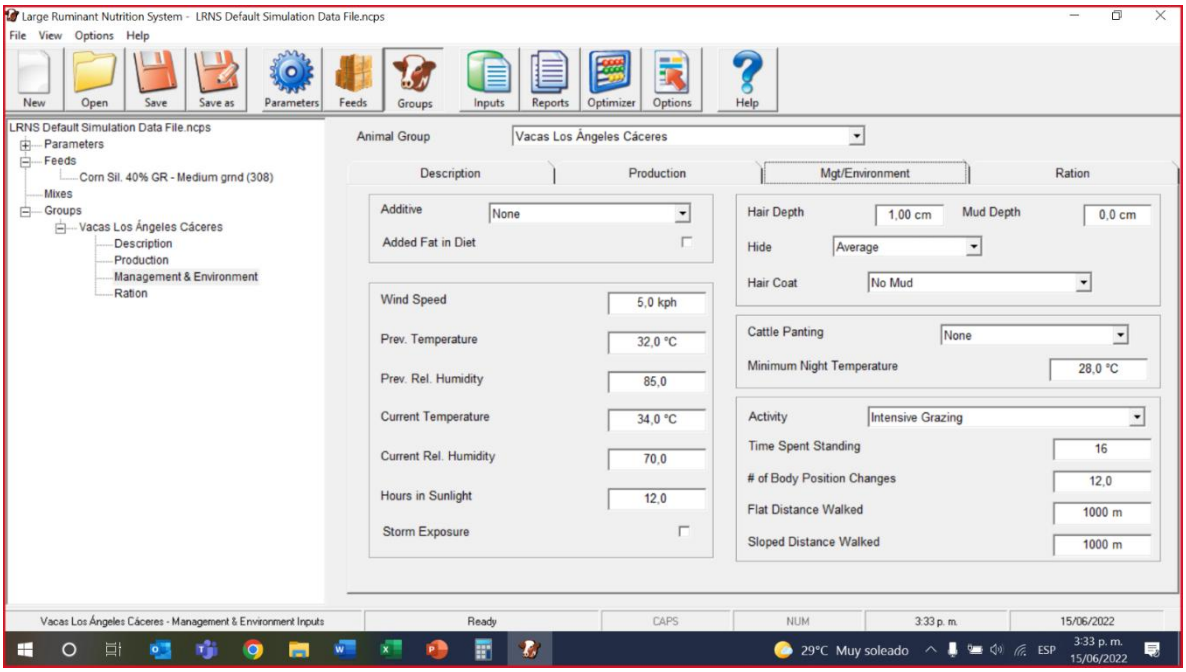


Figura 24. Ventana de registro de variables de manejo y medioambientales de la unidad productiva.

Fuente**:** programa LRNS

Las variables medioambientales incluidas corresponden a velocidad del viento de 5 kpH (speed), la temperatura ambiental anterior de 32 C (2. Prev. Temperature), la humedad anterior 85% (3. Prev.Rel. Humidity), la temperatura ambiental actual de 34 C (4. Current temperature), humedad relativa actual de 70% (5. Current Rel. Humidity). Para este ejemplo los valores promedio de la época seca y actual a los valores promedio de la época de lluvias. Adicionalmente se incluyó las horas de luz solar, 12 horas (6. Hours sunlight) y si hay exposición a tormentas (7. Storm exposure). Otras variables que se incluyen en esta ventana son el espesor del pelaje de 1 cm (8. Depth hair), la presencia de barro en los potreros con 0 cm (9. Mud depth), el grosor de la piel, promedio, (10. Hair) y la presencia de barro en el pelaje (11. Hair coat). En esta ventana también se pregunta si hay jadeo en los bovinos, ninguno, (12. Cattle panting) y la temperatura mínima en la noche, 28°C, (13. Minimum night temperature). Finalmente se pregunta por el tipo de pastoreo, pastoreo intensivo, (14. Activity, intensive grazing), el tiempo que duran de pie los animales durante el día, 16 horas, (15. Time spent standing), el número de cambios de posición de los animales, 12 horas, (16. # of body position changes), la distancia que camina un animal en plano durante el día, 1000 m (17. Flat distance walked) y la distancia en pendiente, 1000 m (18. Sloped distance walked).

Después de completar el ingreso de las variables del animal, productivas, ambientales y de manejo se procede a ingresar los alimentos que se van a utilizar para el balanceo de la dieta. Para esto se va al quinto paso en el ícono de alimentos (feeds) donde se seleccionan estos de la base de datos del programa de balanceo (figura 25).

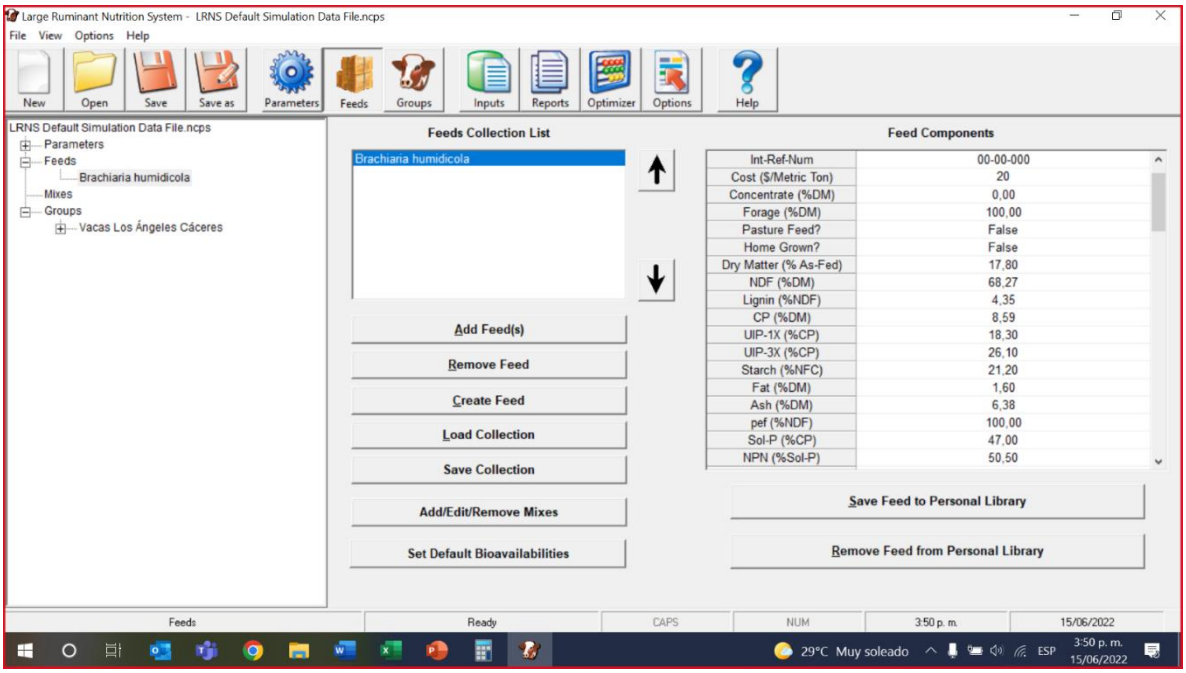


Figura 25. Selecciona de la librería los alimentos que utiliza para el lote de animales para el cual está balanceando la dieta.

Fuente: programa LRNS

El primer alimento a incluir corresponde al forraje de pastoreo, el pasto *Brachiaria humidicola,* el cual se selecciona de la biblioteca de alimentos tropicales (figura 26) que contiene la composición nutricional de diversos alimentos (CNCPS tropical feed library). En la figura 5 se presenta la composición nutricional del pasto *Brachiaria humidicola,* la cual se puede modificar con la información que se tenga de análisis realizados a los pastos en condiciones locales. Con el programa de balanceo también se puede crear una biblioteca personal con resultados de análisis de laboratorio de diferentes alimentos utilizados bajo las condiciones propias del Caribe húmedo colombiano. La información de composición que se utilizó fue la proveniente de los resultados de la canasta de alimentos descrita en los capítulos anteriores.

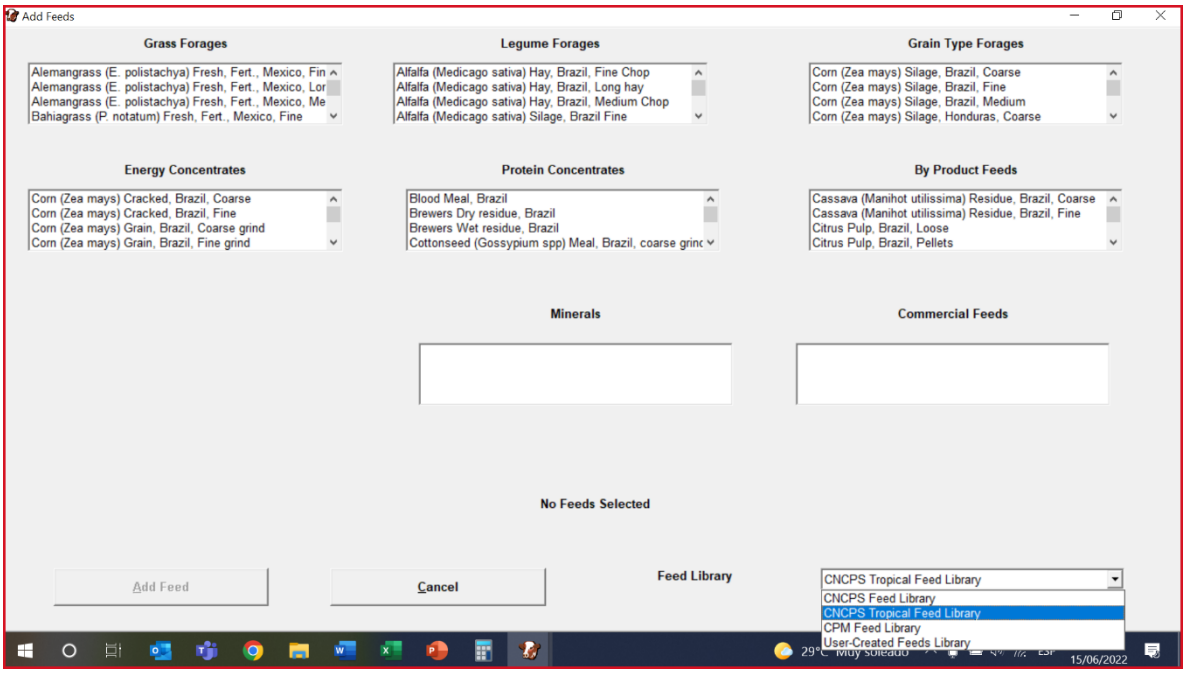


Figura 26. Ventana de la biblioteca de alimentos tropicales para la dieta de los animales.

Fuente: programa LRNS

En la figura 27 se presenta la inclusión de los demás ingredientes de la dieta que tiene la información del nombre del alimento, semilla de algodón (1. Feed name), la categoría, protein concentrate, (2. Category), el costo por tonelada en dólares, 250,00 (3. Cost ($/Metric Ton)), si es un alimento concentrado, 100,00 (4. Concentrate (%DM), la materia seca, 95,1% (5. Dry matter (% As-Fed), la fibra en detergente neutro, 37,77%

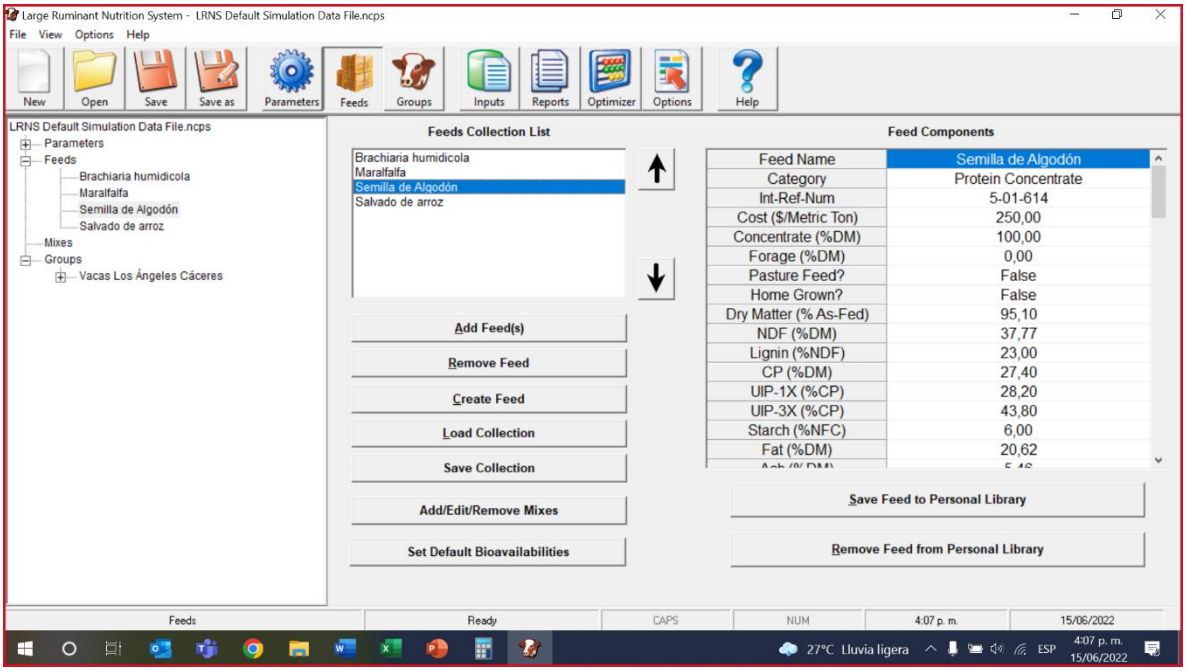


Figura 27. Adición de alimentos proteicos, energéticos y subproductos que utilizará en la formulación de la dieta.

Fuente: programa LRNS

La figura 28 describe el ejemplo de la inclusión de la sal mineralizada del 8% con el perfil mineral disponible

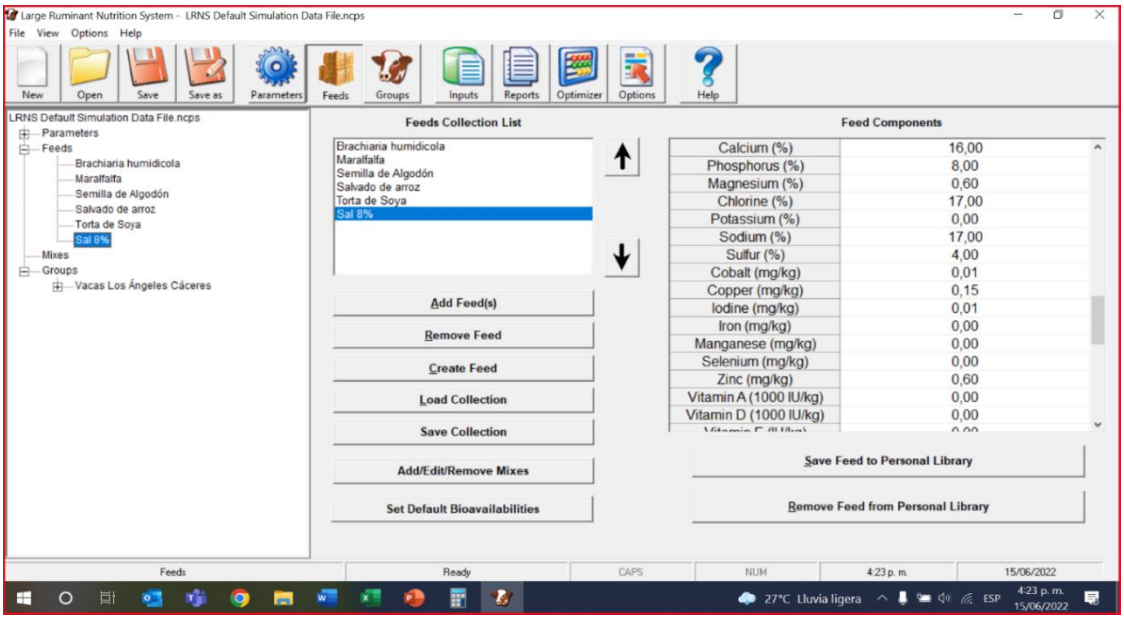


Figura 28. Ingreso del tipo de sal que utiliza y composición**.**

Fuente: programa LRNS

En el sexto paso se procede al balanceo de la dieta con base en el consumo diario en base fresca de cada alimento. (figura 29) Para este caso se estimó un consumo de 24 kilogramos de pasto *Urochloa humidicola* y para los demás ingredientes se utilizaron los valores promedio que se suministraron en fincas comerciales de diferentes suplementos como: marafalfa, 15 kg, semilla de algodón, 0,8 kg, salvado de arroz, 0,9 kg, torta de soya, 0,1 kg y sal mineralizada del 8%, 0,14 kg. El programa muestra la composición de la dieta en base fresca (tal como se ofrece) expresada en términos de cantidad por animal día (kg/a/d) y en términos porcentuales de cada componente (1. Ration list (As-Fed Basis). De igual manera presenta la energía y proteína metabolizable y la lisina disponible para producción de leche (2. ME, MP y LYS Allowable Milk), el balance de nitrógeno ruminal (3. Rumen N balance) y de péptidos (4. Peptide balance) y finalmente el consumo estimado de materia seca (5. Pred. DMI) (figura 29).

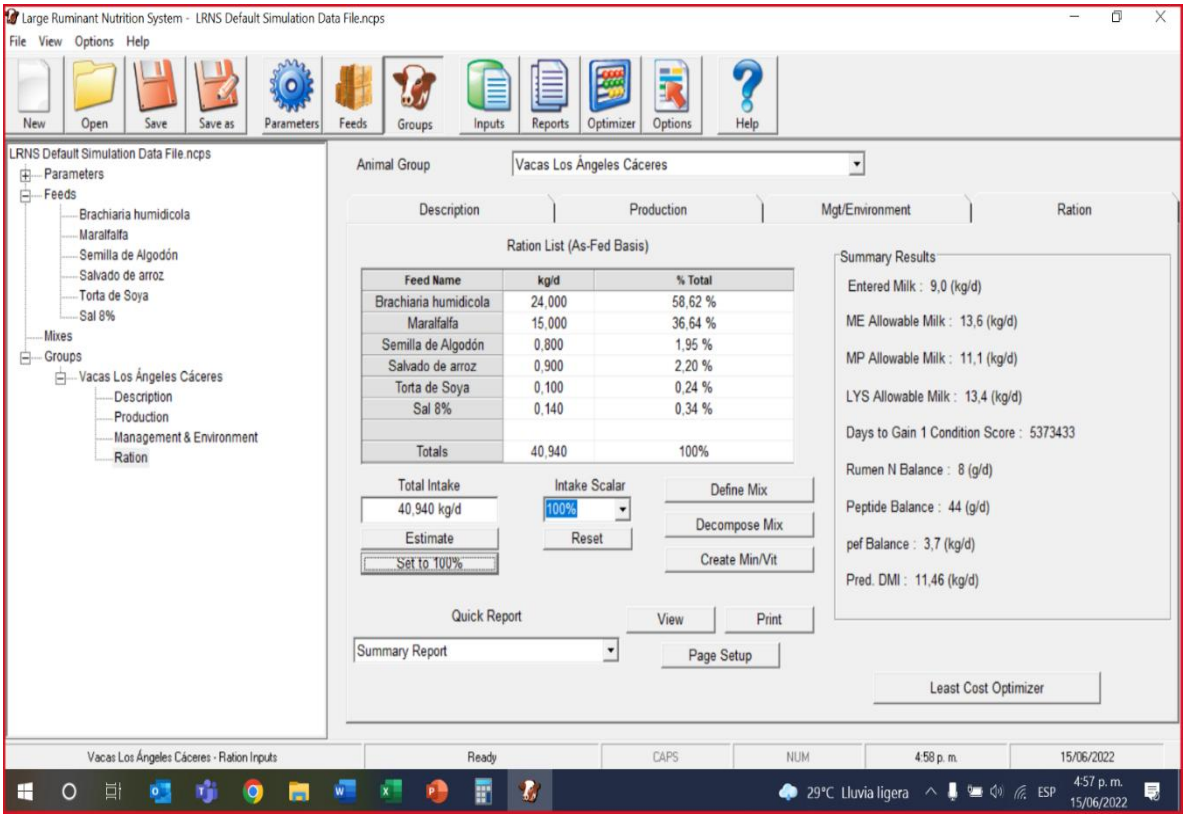


Figura 29. Formulación y balanceo de la dieta tal como se ofrece y en porcentaje de cada ingrediente con la disponibilidad de nutrientes para producción de leche y el consumo de materia seca estimado para realizar los ajustes que se requieran.

Fuente: programa LRNS

Como paso final se presentan las salidas del programa que contienen el resumen de la dieta, de las vacas lactantes de la finca Los Ángeles, Cáceres (Tabla 21). Donde se observan la composición de la dieta en base seca y fresca y la proporción de cada alimento.

Resumen de la composición de la dieta en base fresca y seca y proporción de ingredientes para vacas doble propósito en lactancia de la finca Los Ángeles, municipio de Cáceres

La composición nutricional de la dieta se presenta en la Tabla 22, basada principalmente en forrajes con una materia seca de 28 %, una energía metabolizable de 2,35 Mcal/kg y proteína cruda de 10,8%).

Tabla 22. Resumen de la ración para vacas en lactancia en los ángeles, Cáceres

Nombre de alimento/mezcla	**Cantidades de alimento (kg/d)**			
	Materia seca (kg/a/d)	% de la dieta (MS)	Fresca	% de la dieta fresca
Pasto *Urochloa humidicola*	6,418	56,47%	24,000	58,62%
Maralfalfa	3,165	27,85%	15,000	36,64%
Semilla de Algodón	0,761	6,69%	0,800	1,95%
Salvado de arroz	0,791	6,96%	0,900	2,20%
Torta de Soya	0,090	0,79%	0,100	0,24%
Sal 8%	0,140	1,23%	0,140	0,34%
Total	11,36	100%	40,94	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23a. Perfil de nutrientes de la dieta para vacas lactantes

MS de la ración: 28%	Ruminal pH: 6,46	Cobalto: 0,12 ppm
EM de la dieta: 2,35 (Mcal/kg)	Grasa Total en ración: 3,6 (% MS)	Cobre: 1,42 ppm
ENl de la dieta: 1,52 (Mcal/kg)	Metionina: 131,0% del req.	Hierro: 21,84 ppm
ENg de la dieta: 0,89 (Mcal/kg)	Lisina: 122,3% del req.	Manganeso: 27,99 ppm
ENm de la dieta: 1,52 (Mcal/kg)	Calcio: 0,53% de MS	Selenio: 0,03 ppm
CP: 10,8 (% MS)	Fósforo: 0,41% MS	Zinc: 5,64 ppm
DIP: 68%	Magnesio: 0,15% MS	
Proteína Soluble: 40%	Potasio: 1,65% MS	
NDF: 59,0 (% MS)	Sodio: 0,22% MS	
peNDF: 56 (%MS)	Cloro: 0,22% MS	
NFC: 20,2 (% MS)	Azufre: 0,09% MS	

Fuente: Elaboración propia

El consumo de materia seca, energía, proteína y lisina para producción de leche se presenta en la Tabla 23b. Se estimó un consumo de materia seca de 11,5 kg/d con una dieta que permite un estimado de producción de 11,1 kg de leche por vaca al día.

Tabla 23b. Consumo de materia seca, energía, proteína y lisina para producción de leche en vacas lactantes

Consumo de MS predicho: 11,5 (kg/d)	Consumo máximo de forraje predicho: 6,6 (kg/d)
Consumo de MS real: 11,4 (kg/d)	Consumo de forraje entrado: 9,6 (kg/d)
	Producción de leche entrada: 9,0 (kg/d)
	EM permitida para leche: 13,6 (kg/d)
	PM permitida para leche: 11,1 (kg/d)
	Lisina permitida para leche: 13,4 (kg/d)
	Cambio de peso vivo debido a las reservas: 0,6 (kg/d)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Ingredientes y consumo de materia seca de los diferentes alimentos de la dieta para vacas lactantes **(individual y por grupo de 10 vacas).**

Nombre del alimento/mezcla	**MS (kg/animal/d)**	**MS (kg/d) por grupo**	**Alimento fresco (kg/animal/d)**	**Alimento fresco (kg/d) por grupo**
Pasto *Urochloa humidicola*	6,418	64,18	24,0	240
Maralfalfa	3,165	31,65	15,0	150
Semilla de Algodón	0,761	7,61	0,8	8
Salvado de arroz	0,791	7,91	0,90	9
Torta de Soya	0,09	0,9	0,10	1,0
Sal 8%	0,14	1,4	0,14	1,4
Total	11,365	113,65	40,94	409,4

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 25 presenta el costo por ingrediente y total de la dieta. El cálculo se realizó en dólares, siendo el costo diario de la dieta por animal de US$ 1,66 y por grupo de 10 vacas de US$ 16,6.

Tabla 25. Costo por ingrediente y total de la dieta para vacas lactantes

Nombre del alimento/mezcla	*Costo ($/T métrica)	Cantidad de alimento - DS (kg/d)	Por cabeza ($/d)	Por grupo($/d)
Urochloa humidicola	$20,00	6,418	$0,48	$4,8
Maralfalfa	$30,00	3,165	$0,45	$4,5
Semilla de Algodón	$288,00	0,761	$0,23	$2,3
Salvado de arroz	$388,00	0,791	$0,35	$3,5
Torta de Soya	$750,00	0,090	$0,08	$0,8
Sal 8%	$565,00	0,140	$0,08	$0,8
Total		11,364	$ 1,66	$ 16,6

*Costo de la tonelada de alimento en dólares americanos (USD) $1USD= 4000 COP

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VII

Raciones para vacas doble propósito del Caribe húmedo colombiano. Estudios de caso

En este capítulo haciendo uso de la información de la canasta de alimentos identificada y caracterizada en las unidades productivas de los municipios de la región caribe y la información de las encuestas realizadas en las unidades productivas se presenta el balance de raciones para vacas doble propósito de los grupos raciales más comunes en la zona, en praderas con pastos muy utilizados y en varios estados fisiológicos de los animales con el fin de mostrar a los asistentes técnicos de manera práctica como hacer uso de la información generada por Agrosavia y otras entidades para el balanceo de raciones para grupos de animales del sistema doble propósito. Los casos seleccionados corresponden a: 1. Balance de ración para vacas lactantes en primer tercio de gestación 2. Balance de ración para vacas vacías y vacas lactantes en gestación

Caso 1. Balance de ración para vacas lactantes doble propósito vacías

La Unidad productiva seleccionada se ubica en el caribe húmedo colombiano y tiene como objetivo una producción de leche promedio a 9 l/animal/d en el primer tercio de lactancia, momento en el cual se encuentran en fase no gestantes (vacías). Es una UP de mediano productor, utiliza pasto ángleton, realiza un solo ordeño manual por día, y suplementa el ganado.

Las características de animales y condiciones ambientales y de manejo de la unidad productiva se presentan en las tablas 26, 27 y 28.

Tabla 26. Características de animales de la unidad productiva

Variable	Valor	Variable	Valor
Tipo de animal	Vaca doble propósito	Intervalo entre partos promedio	
No animales	100	Edad promedia al primer parto en meses	26
Edad en meses	68	Peso promedio de los terneros al nacimiento (kg)	30
Promedios de peso corporal vacío actual (kg)	450	Producción promedia diaria de leche por vaca (kg)	10,3
Peso adulto(kg)	460	Producción por lactancia por año	NR
Razas de carne o leche	Jersey x Brahman	Composición de la leche	Proteína: 3,45% Grasa: 4,74%
Días de preñez promedio	0	Precio del litro de leche	$4000
Días posparto promedio	80	Condición corporal: escala 1- 5	3

Número de lactancias promedio	2	Uso de aditivos o grasa	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Condiciones ambientales y de manejo de la unidad productiva

Variable	Valor	Variable	Valor
Temperatura	28 °C	Capa de piel	delgada
Humedad relativa	75%	Presencia de barro en el pelaje	Algo
Tipo de pelaje	Medio, 1 cm	Los bovinos presentan jadeo	No
Espesor del barro en las praderas	No		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Características de manejo de la unidad productiva

Variable	Valor
Tipo de pastoreo	Rotacional
Distancia caminada	Terreno plano, 2000 m
Composición nutricional de los pastos y subproductos a utilizar	Se ingresaron directamente al programa
Composición sal mineralizada	Sal blanca y azufre
Consumo diario de forraje estimado	17-20 kg (método botánico)
Consumo suplemento diario (kg)	13 kg, durante ordeño. Semilla de algodón (1 kg), afrecho de cebada (10 kg), Heno de ángleton (2,0 kg)

Para la formulación de las raciones para las vacas se utilizaron los resultados de composición nutricional de los pastos de la unidad productiva que fueron colectados y enviados por el productor al laboratorio de Tibaitatá, donde los analizaron generando los resultados que se presentan en la Tabla 29.

Tabla 29. Composición nutricional de los alimentos (%) que consumen las vacas del sistema productivo doble propósito en Valencia, Córdoba

Alimento	MS	PC	Ceniza	EE	FDN	FDA	Lignina
			%				
Pasto Angleton	46,21	9,08	11,39	1,71	65,73	41,39	6,13
Heno de Angleton	90	4,80	10,08	1,90	63,18	43,49	7,5
Semilla de algodón	95,1	27,40	5,46	20,62	37,77	25,98	23
Afrecho de cebada	32,02	23,97	4,13	9,35	57,85	19,23	5,44

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDN: fibra en detergente neutro; FDA: fibra en detergente ácido

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo de los alimentos que actualmente consumen las vacas doble propósito en la unidad productiva de Valencia, Córdoba

Costo alimento ($/ Kg) de alimentos			
Pasto Angleton	Heno de Angleton	Semilla de algodón	Afrecho de cebada
150	800	1000	250

Fuente: Elaboración propia

Formulación de las raciones

Una vez obtenidos los datos ambientales, del hato, de las praderas, el análisis de la composición nutricional del forraje y subproductos de la agroindustria y el costo de los alimentos disponibles, se procede al diseño de la ración teniendo en cuenta en la selección de los co-productos, los criterios de disponibilidad en el mercado y el costo por kilogramo, incluyendo el transporte hasta la finca y la composición nutricional del suplemento proteico, energético o mineral.

En la formulación del suplemento y la ración se incluye sal mineralizada y en este caso era sal comercial con la siguiente composición: humedad, 5%, cloruro de sodio, 27,5%, fósforo, 8,5%, calcio, 12%, magnesio, 0,8%, azufre, 9%, flúor, 0,085%, cobre, 0,23%, yodo, 0,016%, cobalto, 0,005%, selenio, 0,005% (datos del proveedor)

Para el balance de la ración se utilizó el software de balanceo de raciones Large Ruminant Nutrition System (LRNS) https://www.nutritionmodels.com/lrns.html desarrollado por la Universidad de Texas A&M que estimó los requerimientos de nutrientes teniendo en cuenta los siguientes parámetros promedios de los bovinos de las fincas del proyecto:

La tabla 31 presenta la composición d ración propuesta para vacas lactantes en fincas con pasto ángleton utilizando coproductos de la agroindustria local.

Tabla 31. Composición y costo de la dieta para vacas lactantes en fincas con praderas de ángleton

Nombre del alimento/mezcla	Costo (USD $/T métrica)	Cantidad de alimento (kg/d)	Por cabeza (USD$/d)	Por grupo (USD$/d)
Pasto ángleton	$ 37,50	9,702	$ 0,79	$ 79
Heno de ángleton	$ 200	1,8	$ 0,4	$ 40
Semilla de algodón	$ 250	0,951	$ 0,25	$ 25
Afrecho de cebada	$ 62,5	3,202	$ 0,63	$ 63
sal 8%	$ 565	0,12	$ 0,06	$ 6

Total	15,8	$ 2,13	$ 212,50

*Tasa cambio del dólar americano (USD): $4000 PCO
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 24. el costo total de la ración por vaca al día es de USD$2,13. La estimación de la producción máxima diaria de leche por vaca con esta dieta es de 10,3 Kg/vaca/día con un consumo de 15,8 kg MS/vaca/día.

En la Tabla 32 se presenta la composición nutricional de la dieta suministrada para vacas lactantes en fincas con pasto angleton de alta calidad.

Tabla 32. Composición de la dieta suministrada para vacas lactantes en fincas con pasto ángleton de alta calidad

Nutriente	**Concentración**
Materia seca (MS), %	46
Nutrientes digestibles totales (NDT), %	68
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2,16
Energía neta para mantenimiento, Mcal/kg MS	1,39
Energía neta para ganancia	0,73
Proteína cruda, % MS	12,6
Proteína soluble, %	47
Proteína degradable, %	54
Fibra en detergente neutro (FDN), % MS	61,7
Calcio, % MS	0,30
Fósforo, % MS	0,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Balance de proteína y energía metabolizable para vacas lactantes en gestación en pasto ángleton

Variable	EM Disponible	EM Requerida (Mcal/d)	Balance de EM	PM Disponible	PM Requerida (g/d)	PM Balance
Total	34,1	29,7	4,34	1191	1156	35
Diferencia en %			114,5			103
Mantenimiento	34,1	16,8	17,2	1191	694	497
Preñez	17,2		17,2	497	-	497
Lactancia	17,2	12,9	4,3	497	462	35
Ganancia	4,3	0,00	4,3	35	-	35
Reservas	4,3	0,00	4,3	35	-	35

EM: energía metabolizable
PM: proteína metabolizable

Tabla 34. Balance de minerales para vacas lactantes[1] en fincas con pasto ángleton

	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S	Co	Cu	I	Fe	Mn	Se	Zn
	(g/d)							(mg/d)						
Consumo	47	39	25	397	51	73	46	2	30	0	1498	168	0	119
Balance	20	14	23	324	44	51	15	1	25	-7	1479	167	-4	58

Fuente: Elaboración propia

Caso 2. Balance de ración para vacas lactantes en segundo tercio de gestación

La unidad productiva se encuentra ubicada en el municipio de Cáceres, Antioquia perteneciente a un mediano productor con nivel tecnológico alto, con manejo rotacional intensivo, dedicada a la lechería doble propósito con un solo ordeño realizado de forma manual, con tanque recolector de leche, utiliza inseminación artificial, topografía ondulada, maneja distintos pastos para el pastoreo de los animales y adicionalmente maneja pastos de corte como la maralfalfa y elefante.

Las características generales se presentan en las tablas 35, 36 y 37.

Tabla 35. Características de animales de la unidad productiva

Variable	Valor	Variable	Valor
Tipo de animal	Vaca doble propósito	Intervalo entre partos promedio (m)	14
No animales	120	Edad promedia al primer parto en meses	26
Edad en meses	64	Peso promedio de los terneros al nacimiento (kg)	29
Promedios de peso corporal vacío actual (kg)	420	Producción promedia diaria de leche por vaca (kg)	9
Peso adulto(kg)	480	Producción por lactancia por año	No informa
Razas de carne o leche	Brahman x Holstein	Composición de la leche	Proteína: 3,0% Grasa: 4,74%
Días de preñez promedio	60	Precio del litro de leche	$4000
Días posparto promedio	150	Condición corporal: escala 1 a 9	5
Número de lactancias promedio	3	Uso de aditivos o grasa	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Condiciones ambientales y de manejo de la unidad productiva

Variable	Valor	Variable	Valor
Temperatura	34 °C	Capa de piel	Delgada
Humedad relativa	70%	Presencia de barro en el pelaje	Algo
Tipo de pelaje	Medio, 1 cm	Los bovinos presentan jadeo	No

Espesor del barro en las praderas	0 cm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Características de manejo de la unidad productiva

Variable	Valor
Tipo de pastoreo	Rotacional
Distancia caminada	Terreno pendiente, 1000 m
Composición nutricional de los pastos y subproductos a utilizar	Se ingresaron directamente al programa
Composición sal mineralizada	Sal mineralizada del 8%
Consumo diario de forraje estimado	17-20 kg (método botánico)
Consumo suplemento diario (kg)	Maralfalfa (15 kg), 2 kg, durante ordeño. Semilla de algodón (0,8 kg), salvado de arroz (0,9 kg), torta de soya (0,1 kg), sal mineralizada del 8% (0,1 kg)

Fuente: Elaboración propia

Para la formulación de las dietas de las vacas se utilizaron los resultados de composición nutricional de los pastos de la unidad productiva (tabla 27) que fueron colectados y enviados por el productor al laboratorio de Tibaitatá, donde los analizaron.

Tabla 38. Composición nutricional de los alimentos (%) que consumen las vacas del sistema productivo doble propósito en Cáceres, Antioquia

Alimento	MS	PC	Ceniza	EE	FDN	Lignina
				%		
Pasto humidicola	22,2	7,7	6,4	1,3	68,1	5,2
Pasto maralfalfa	21,1	17,2	ND	ND	63,9	3,5
Semilla de algodón	95,1	27,4	5,48	20,62	37,77	23
Salvado de arroz	87,93	13,85	6,2	6	33	13
Torta de soya	89,6	48,5	7	3,7	11	19

MS. Materia seca
PC: proteína cruda
EE: extracto etéreo
FDN: fibra en detergente neutro
FDA: fibra en detergente ácido
Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Costo de los alimentos que actualmente consumen las vacas lactantes gestantes en unidad productiva de Cáceres, Antioquia

Costo alimento ($/ Kg) de alimentos			
Pasto humídicola	Pasto maralfalfa	Semilla de algodón	Torta de soya

80	120	1150	2500

Fuente: Elaboración propia

Formulación de la ración

Para la formulación de las dietas se tuvo en cuenta en la selección de los subproductos los criterios de disponibilidad en el mercado, el costo por kilogramo, incluyendo el transporte hasta la finca y la composición nutricional del suplemento proteico, energético o mineral.

En la formulación del suplemento y la dieta se incluye sal mineralizada y en este caso era sal comercial con la siguiente composición: humedad, 5%, cloruro de sodio, 27,5%, fósforo, 8,5%, calcio, 12%, Magnesio, 0,8%, azufre, 9%, flúor, 0,085%, cobre, 0,23%, yodo, 0,016%, cobalto, 0,005%, selenio, 0,005% (datos del proveedor)

Para el balance de la ración se utilizó el software Large Ruminant Nutrition System (LRNS) https://www.nutritionmodels.com/lrns.html desarrollado por la Universidad de Texas A&M que estimó los requerimientos de nutrientes teniendo en cuenta los siguientes parámetros promedios de los bovinos de las fincas del proyecto:

La tabla 40 presenta la composición y costo de la dieta propuesta para vacas en fincas con pasto ángleton utilizando subproductos de la agroindustria local.

Tabla 40. Composición y costo de la dieta para vacas lactantes gestantes con praderas de humidicola

Nombre del alimento/mezcla	Costo (USD$/T métrica)	Cantidad de alimento (kg/d)	Por cabeza (USD$/d)	Por grupo (USD $/d)
Urochloa humidicola	$20,00	6,418	$0,48	$4,8
Maralfalfa	$30,00	3,165	$0,45	$4,5
Semilla de Algodón	$288,00	0,761	$0,23	$2,3
Salvado de arroz	$388,00	0,791	$0,35	$3,5
Torta de Soya	$750,00	0,090	$0,08	$0,8
Sal 8%	$565,00	0,140	$0,08	$0,8
Total		11,3	$ 1,66	$ 16,6

*Tasa cambio del dólar americano (USD): $4000COP

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 40, el costo total de la ración por vaca al día es de USD$1,66. La estimación de la producción máxima diaria de leche por vaca con esta dieta es de 9,0 Kg/vaca/día con un consumo de 11,3 kg MS/vaca/día.

En la tabla 41 se presenta la composición nutricional de la dieta suministrada para vacas lactantes en fincas con pasto humidicola.

Tabla 41. Composición nutricional de la dieta suministrada para vacas lactantes en fincas con pasto humidicola de alta calidad

Nutriente	Concentración
Materia seca (MS), %	28
Nutrientes digestibles totales (NDT), %MS	72
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2,35
Energía neta para mantenimiento, Mcal/kg MS	1,52
Energía neta de lactancia, Mcal/kg MS	1,52
Energía neta para ganancia	0,89
Proteína cruda, % MS	10,8
Proteína soluble, %	68,0
Proteína degradable, %	56
Fibra en detergente neutro (FDN), % MS	59
Calcio, % MS	0,53
Fósforo, % MS	0,41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Balance de proteína y energía para vacas lactantes[1] pasto humidícola

Variable	EM Disponible	EM Requerida	Balance de EM	PM Disponible	PM Requerida	PM Balance
	(Mcal/d)			(g/d)		
Total	26,74	22,08	4,67	994	899	95
Diferencia en %			121,0			111
Mantenimiento	26,7	12,9	13,7	994	480	513
Preñez	13,7	0,07	13,7	513	3	510
Lactancia	13,7	9,04	4,6	510	415	95
Ganancia	4,6	0,00	4,6	95	0	95
Reservas	4,6	0,00	4,6	95	0	95

EM: energía metabolizable
PM: proteína metabolizable

Tabla 43. Balance de minerales para vacas lactantes[1] en fincas con pasto humidícola

	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S	Co	Cu	I	Fe	Mn	Se	Zn
	(g/d)							(mg/d)						
Consumo	63	40	26	397	51	73	47	3,0	30	0	10	1	1	118
Balance	36	26	3	324	44	51	15	1	25	-7,0	1489	168	-4	58

Consideraciones para la elaboración de las mezclas de subproductos

La preparación de las mezclas de subproductos de la agroindustria se debe realizar en baches de suplementos para 10 -15 días, dependiendo del área y las condiciones de almacenamiento (humedad y temperatura) y de la cantidad utilizada por día (número de animales por suplementar). En general, para vacas en producción de leche se recomienda el suministro diario del suplemento a la hora del ordeño, mientras que, para animales de levante o ceba, novillas o vacas de cría se puede reducir la frecuencia de suplementación a cinco veces por semana, lo cual disminuye los costos de suplementación, sin diferencias en las respuestas de crecimiento o condición corporal.

Consideraciones finales

El sistema doble propósito en las UP analizadas presenta diversos niveles de desarrollo, en un grupo de UP se practica economía circular, se integra la agricultura y la ganadería, con uso de la biomasa de cultivos para alimentar los animales; realizan procesos de compostaje de material vegetal y de las excretas para aplicarlos al suelo y de esta manera aumentar o conservar la productividad de los cultivos ya sea de pancoger o forrajeros. Los cultivos de maíz se procesan en forma de ensilaje para el suministro en las épocas de baja precipitación evitando la reducción drástica del nivel productivo de las vacas y aprovechando el mejor precio por litro de leche que ofrecen las empresas comercializadoras del producto. Algunos productores suministran co-productos o sub-productos de la industria mezclados con el silo logrando incrementos en la producción de leche.

Un segundo grupo importante de productores utiliza únicamente pasto de corte para suplir el déficit de forraje. El tercer grupo practica el proceso conocido en la zona como trashumancia, dejando el predio únicamente con animales que, por sus condiciones de condición corporal, preñez o recién paridas no pueden llevarlas a los playones a alimentarse del forraje que crece de manera espontánea al bajar el nivel de los ríos en la época seca.

El cuarto grupo lo constituye una minoría de UP dedicadas a ganadería tropical especializada en la cual las vacas en producción se mantienen en confinamiento y las alimentan con pasto de corte, silo, gallinaza sanitizada y concentrado, bajo este manejo obtiene mayores producciones de leche que en el doble propósito a pastoreo, hacen un uso más intensivo de mano de obra y de insumos externos.

La suplementación con co-productos y subproductos agroindustriales no convencionales evaluada en dos unidades productivas del sistema doble propósito de la subregión caribe húmedo colombiano, mejoró indicadores productivos tales como, la producción diaria de leche de las vacas entre el 11% y 19,4% en las dos localidades e incrementó la ganancia de peso de vacas o crías en una localidad, obteniéndose GDP de 0,375 y 0,470 kg/animal/d en las vacas y crías respectivamente. Las vacas de doble propósito de las unidades productivas de San Carlos y El Carmen de Bolívar, que recibieron suplementación con DEP al 0,87 y 1,0% del PV, presentaron un mayor consumo de proteína y grasa que influyó positivamente en la mayor producción de leche, superior a la dieta del productor (DProd) en promedio de 1,230 y 0,690 l/vaca/día respectivamente y ganancia de peso de los terneros.

La subregión Caribe húmedo presenta una alta variabilidad de alimentos para los bovinos los cuales en su mayoría son especies gramíneas forrajeras de uso en pastoreo y en las UP más organizadas se utilizan áreas de los potreros para la producción de alimento de reserva para la época de escasez (heno, ensilaje), en su mayoría el ganado recibe suplementación mineral cuya recomendación la hacen las empresas comercializadoras de la sal. En las empresas del departamento del Atlántico y en algunas de los departamentos de Bolívar y Sucre se utilizan co-productos y subproductos de la industria para la suplementación en primer lugar a las vacas en producción.

La suplementación balanceada ha permitido obtener mejoras en la producción diaria de leche y la reducción de los días abiertos, así como mejores ganancias de peso de las crías, aunque esto debe ser complementario a un manejo eficiente de praderas ya que los niveles de

suplementación son del 0,4% del peso vivo; en consecuencia, si hay deficiente forraje no se obtienen respuesta positiva a la suplementación energético- proteica.

Las unidades productivas de doble propósito tienen el reto de producir más alimentos y de mejor calidad. En el área estudiada los esquemas de producción que utilizan las herramientas disponibles para el buen manejo alimenticio son escasos, se requiere su implementación para que la unidad productiva pueda evolucionar y lograr mayor competitividad de manera amigable con el ambiente.

Es necesario el compromiso de productores, intermediarios, procesadores, exportadores y distribuidores (la cadena productiva) para garantizar que el sistema alimenticio funcione de forma adecuada y de esta manera el beneficio que se obtenga sea para todos, logrando los estándares sanitarios y de calidad propuestos ya que la alimentación es uno de los pilares para una buena salud animal y para la calidad del producto que exige el consumidor.

Este estudio coincide con los realizados por FEDEGAN-SENA, MADR (Planes departamentales) en lo relacionado con la necesidad de continuar el proceso de mejoramiento del manejo de las pasturas, integrar el uso de la agricultura, silvicultura, la agroindustria y la ganadería, utilizando las herramientas disponibles (ALIMENTRO, NIRS, LRNS, NRC) y la asistencia técnica para de esta manera intensificar la producción y ser más competitivos y sostenibles. Respetar el potencial de uso del recurso suelo el cual está calificado por IGAC como inapropiado en los departamentos muestreados (Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba).

Es de resaltar que en el proceso de caracterización de las UP se encontró que los sistemas silvopastoriles más comunes son pasturas con árboles dispersos y están en aumento sistemas más intensivos de silvopastoreo y se están introduciendo pastos más tolerantes a sombra y a condiciones climáticas adversas que la colosuana para de esta manera reducir las pérdidas de peso, pérdidas en producción de leche y en consecuencia, reducir las emisiones de GEI por unidad de producto. Lo anterior es relevante porque los sistemas silvopastorles además de presentarse como estrategias para mejorar la productividad, reducir los costos de los insumos y aumentar la sostenibilidad ambiental, también mejoran el secuestro de carbono y construyen la resiliencia del sistema al cambio climático (Solorio et al, 2022)

Finalmente, se hace un llamado al manejo de parásitos con productos que no afecten la macrofauna del suelo y al uso de productos específicos para la plaga y a evitar el uso de productos agrícolas para control de plagas (garrapatas y moscas) en el ganado, situación que no debe presentarse en las UP. También a mejorar el acceso al agua de bebida utilizando bebederos y cercando los jagueyes, mejorar la alimentación de las crías que en general se observa que presentan baja condición corporal especialmente en época de escasez de forraje en las praderas.

Referencias

Ajila, CM; Brar, SK; Verma, M.; Rao, UP. Soluciones sostenibles para la gestión de residuos de agroprocesamiento: Panorama general. En Estrategias de Protección Ambiental para el Desarrollo Sostenible ; Malik, A., Grohmann, E., Eds.; Springer Science/Business Media: Dordrecht, Países Bajos, 2012; págs. 65-109. [Google Académico]

ANALAC. Lechería colombiana en el trópico bajo: una gran oportunidad para impulsar el desarrollo del sector. https://analac.org/2022/05/17/lecheria-colombiana-en-el-tropico-bajo-una-gran-oportunidad-para-impulsar-el-desarrollo-del-sector/

Angulo-Arroyave, R., y Rosero-Noguera, R. 2018. Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (Dichanthium annulatum-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas). Rev. prod. anim., 30 (2): 10-17. Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (Dichanthium annulatum-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas) (sld.cu). ISSN 2224 -7920.

Asoleche, 2018. La leche en cifras. https://asoleche.org/wp-content/uploads/2019/10/La-Leche-en-Cifras-marzo-abril-2020.pdf

AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18 th ed. Ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. USA gía Agropecuaria, 21(2), e1132. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1132

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.

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/sistemasagroforestales-funciones-productivassocioeconomicas-y-ambientales/

Barragán-Hernández, W. A., Mestra-Vargas, L. I., Portilla-Pinzon, D., Mejía Luquez, J. A. & Henríquez-Crespo, R. J. (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 Tecnolo

Blandón, J.C., Acevedo, O. 2011. Valuación nutricional de Crescentia cujete y su efecto sobre parámetros productivos en ganaderías doble propósito. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000300030#84

Briñez, W. J., E. Valbuena, G. Castro, A. Tovar, J. RuizRamírez. 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/cie ntifica/article/view/15403

Cadena láctea colombiana. 2020. Análisis situacional de la cadena láctea. http://www.andi.com.co/Uploads/20200430_DT_AnalSitLecheLarga_AndreaGonzalez.pdf

Cajas-Girón, YS., Barragán, W., Arreaza-Tavera, L., Arguelles-Cárdenas, J., Amézquita-Collazos, E., Abuabara-Pérez, Y., Panza-Tapia, B., Lascano-Aguilar, C. 2013. Efecto sobre la producción de carne de la aplicación de tecnologías de renovación de praderas de Bothriochloa pertusa (L.) A. Camus en la Costa Norte Colombiana. revista CTA 13 (2). https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:259

Chalkling D., Brasesco, R. 2003. Ensilaje grano húmedo: una alternativa promisoria. Planagro, Uruguay. www.produccion-animal.com.ar

Carulla, J.E.; Ortega, E. 2016. Sistemas de producción lechera en Colombia: Retos y oportunidades. Arch Latinoam Prod Anim. 24(2):83-87. [Links]

Castro-Rincón, Edwin, Sierra-Alarcón, Andrea Milena, Mojica-Rodríguez, José Edwin, Carulla-Fornaguera, Juan, & Lascano-Aguilar, Carlos. (2016). Uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *17*(1), 17-29. Recuperado en 28 de mayo de 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062016000100003&lng=es&tlng=es.

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.

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

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.

Corporación Colombiana de investigación agropecuaria- Agrosavia. 2013. Parámetros de valor nutricional y bibliotecas espectrales (feed data library) de 15 especies de pastos y forrajes del trópico bajo y alto en Colombia y canasta de alimentos para sistemas de producción de carne.

Cortés, F. 2012. Nitrógeno úrico en leche MUN y Nitrógeno úrico en sangre BUN. http//prezi.com/bx3rmwcbns/mun-y-bun. 12 p

Daza Castañeda, N. 2022. Análisis de coyuntura del sector lácteo colombiano 2021/2022 1er trimestre. Observatorio del sector lácteo Colombiano. http://uspleche.minagricultura.gov.co/assets/boletin_economico_sector_lacteo_2022.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadistica-DANE. (2015). La ganadería bovina de doble propósito, una actividad productiva sostenible bajo las buenas prácticas ganaderas (BPGs). Recuperado el 16 de Marzo de 2020, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_abr_2015.pdf

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

Durán-Rojas, E., Calderón-Rangel, A., & Ramírez-Montoya, J. (2020). Clasificación de unidades productivas doble propósito por calidad y canales de comercialización de la leche en el Caribe colombiano. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 23(2), e1358. Epub July 30, 2020. https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1358

https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S03.htm. Composición química y valor nutritivo del maíz.

http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-44-pb. Harina de soja 44% PB. Tablas FEDNA de composición de alimentos.

FEDEGAN_SENA. Modelos competitivos sostenibles de producción bovina- ganadería doble propósito. https://www.academia.edu/14663456/Modelos_competitivos_sostenibles_en_producci%C3%B3n_bovina?auto=download&email_work_card=download-paper

Gómez, A. 2012.Ganadería Doble propósito y la implementación de buenas prácticas ganaderas. Ganadería de Doble propósito e implementación de Buenas | PDF | Carne | Leche (scribd.com)

González 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/vie w/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

Hernández, Flores, L. 2018.n Evaluación del efecto de tres niveles de fertilización en pasto Panicum maximum cv. Mombasa. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Zamorano (Honduras). Evaluacion de tres niveles de fertilizacion en pasto Panicum maximum cv. Mombaza (zamorano.edu)

Holmann, F.; Rivas, L.; Carulla, J.; Rivera, B.; Giraldo, L.A.; Guzmán, S.; Martínez M.; Medina, A.; Farrow, A. 2003. Evolution of milk production systems in tropical Latin America and its interrelationship with markets: An Analysis of the Colombian case. Livestock Res Rur Dev. 15(9):68. [Links]

Huertas Ramírez, H.B. 1993. Alternativas de alimentación para ganado de doble propósito en épocas críticas. Instituto Colombiano Agropecuario, Villavicencio (Colombia). Suplementación en bovinos de doble propósito. Villavicencio. (Colombia), 1993. p. 35-5. http://hdl.handle.net/20.500.12324/31471

Instituto Colombiano Agropecuario- ICA. 2022. Censo bovino Nacional. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/ epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo2018.aspx

IGAC. https://www.igac.gov.co/es/noticias/sucre-un-territorio-ideal-para-el-uso-agropecuario-que-con-afectacion-en-sus-areas#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20del%20departamento%20de,%2C%20aguacate%2C%20pi%C3%B1a%20y%20algod%C3%B3n.

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

López et al., 2000. Caracterización biofísica, socioeconómica y tecnológica de los sistemas de producción bovinos de la microrregión Valle del Sinú. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34856?show=full

Makkar Harinder, FAO, 2011. Worl mapping feeding systems. In: IDF/FAO/IFCN world map of animal feeding systems presented at the IDF world dairy Summit. 21 october, 2011.

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

Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural, MADR. 2019. Cadena Láctea. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. http://sioc.minagricultura.gov.co/SICLA/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf (con acceso el 28/06/2022). [Links]

MADR. Plan departamental de extensión agropecuaria. Sucre, una gran empresa agroproductiva.https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PDEA/Sucre.pdf.

Araujo Muñoz, I., Acosta González JR. 2009. Calidad higiénica y composicional de la leche cruda bovina por tercios de lactancia en el sistema doble propósito en tres microrregiones del departamento del Cesar. Tesis de grado para optar al título de microbiólogo. Universidad Popular del Cesar. Colombia.

Tafur Ortiz HA., 2017. Evaluación del efecto de la suplementación con (Moringa oleífera) y Caña de azúcar (Saccharum officinarum) sobre la producción y calidad composicional de la leche de vacas Costeño con Cuernos en primer tercio de lactancia en un Sistema Silvopastoril en época de sequía en la microrregión del valle del Cesar. Tesis de grado para optar al título de Zootecnista. Universidad Nacional abierta y a distancia.

Mojica-Rodríguez JE, Castro-Rincón E, Carulla-Fornaguera J, Lascano-Aguilar CE. 2017. Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 18(2):217-232.

Mojica Rodríguez, JE. 2019. Intensidad de pastoreo sobre perfil lipídico en leche bovina en el trópico seco colombiano. Agronomía Mesoamericana. 30(3) 783-802. *DOI:* 10.15517/am.v30i3.36312.

Morales JL. 2006. Manejo y Utilización de Pasturas: producción y calidad. San José, Costa Rica: [sin editorial]; [consultado el 27 de ago. de 2018]. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0893.PDF.

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 (NRC) (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7ª Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.

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.

Pezo DA. 2018. Los pastos mejorados: su rol, usos y contribuciones a los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América latina y el caribe 1ª ed. Costa Rica: CATIE (Boletín técnico; vol. 91). ISBN: 978-9977-57-686-2; [consultado el 24 de sep. de 2018]. http:// hdl.handle.net/11554/8753.

Pezo, D. 2018. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos frente al cambio climático. https://books.google.com.co/books?id=_KCdDwAAQBAJ&pg=PA38&lpg=PA38&dq=makkar,+2012.&source=bl&ots=i47Vx10a4r&sig=ACfU3U2E65BAosqBLvD8fwrwsbN2q7wBRA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjA65_o1eb3AhVCm-AKHZzOCtYQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=makkar%2C%202012.&f=false

Ravindran, V. (2010). Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. *Institute of Food, Nurition and Human Health. Massey University, Palmerston North*, *4442*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf

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

Roncallo, F.; Sierra, M. A. y Castro, A. R. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 13 (1), 71-78. https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945032009.pdf.

Sanabria Parrado Y.S. 2016. Buenas prácticas ganaderas en Tauramena, Colombia. *Revista Sistemas De Producción Agroecológicos*, *7*(2), 94-115. https://doi.org/10.22579/22484817.690

Silva Z. Jorge E.; Pulido H., José; Ballesteros Ch., Hugo; Abuabara P., Yesid; Benavides O., Efraín; Rodríguez F., Gustavo; Roncallo F., Belisario; Abadía S., Beatriz; Molina E., Johana, Modelos tecnológicos y calidad de la leche en sistemas bovinos de doble propósito de la región Caribe. Colombia. Bogotá: Corpoica, 2011. 60 p.

Solorio-Sánchez Francisco, Ku-Vera Francisco, Santillano-Cázares Jesús. 2022. sistema silvopastoril como estrategia para la ganadería en respuesta al cambio climático. https://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/eventos/xxxi-reunion-internacional-sobre-pr

UPRA. 2020. Cadena Láctea Colombiana. Análisis situacional de la cadena láctea. http://www.andi.com.co/Uploads/20200430_DT_AnalSitLecheLarga_AndreaGonzalez.pdf

UPRA, 2021. Plan de ordenamiento productivo. Análisis prospectivo de la cadena láctea de bovina colombiana.

https://www.upra.gov.co/documents/10184/166404/20210728_DT_Prospectiva_Leche1.pdf/18a3ed0f-7eb6-4bda-9dd3-b55f85df8ee9

Urrutia, N., Muñoz, C. 2020. Manejo nutricional de vacas lecheras durante el periodo de transición. INIA.Boletín 235. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3996/NR42226.pdf?sequence=1