

A photograph of three white Zebu cows standing in a lush green field. The cow in the foreground is facing left, while the two cows behind it are facing forward. The background shows dense green foliage and trees.

Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia

**Martha Oliva Santana Rodríguez
Lorena Inés Mestra Vargas
Hernando Flórez Díaz
Antonio María Martínez Reina**

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia

Martha Oliva Santana Rodríguez
Lorena Inés Mestra Vargas
Hernando Flórez Díaz
Antonio María Martínez Reina

Mosquera, Colombia, 2021

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia / Martha Oliva Santana Rodríguez [y otros tres].. -- Mosquera (Colombia) : AGROSAVIA, 2021.

70 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye fotos y tablas

ISBN E-book: 978-958-740-486-9

1. Suplementos alimentarios 2. Ganado bovino 3. Engorde 4. Manejo de praderas 5. Composición de la canal 6. Córdoba (Colombia). I. Santana Rodríguez, Martha Oliva II. Mestra Vargas, Lorena Inés III. Flórez Díaz, Hernando IV. Martínez Reina, Antonio María.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropecuaria

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Centro de Investigación Turipaná. Kilómetro 13 vía Montería-Cereté, Córdoba. Código postal: 230550, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto “Tres recomendaciones de manejo nutricional para mejorar la producción y calidad de carne y leche en ganaderías del Caribe Húmedo”, desarrollado mediante los convenios TV15 y TV16 entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Colección: Transformación del Agro

Fecha de recepción: 5 de mayo de 2021

Fecha de evaluación: 8 de junio de 2021

Fecha de aceptación: 15 de junio de 2021

Primera edición: noviembre de 2021

Publicado en Mosquera, Cundinamarca

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Edición: Verónica Barreto Riveros y Jorge Enrique Beltrán

Corrección de estilo: Alejandro Merlano Aramburo

Diagramación: Javier Barbosa

Fotografía de cubierta: Martha Oliva Santana Rodríguez

Citación sugerida: Santana Rodríguez, M. O., Mestra Vargas, L. I., Flórez Díaz, H., & Martínez Reina, A. M. (2021). *Alimentación estratégica de bovinos de ceba en el valle del Sinú, Córdoba, Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404869>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Los autores	9
Agradecimientos	11
Introducción	13
Capítulo I	
Generalidades del departamento de Córdoba	15
Capítulo II	
Indicadores del sistema de producción de carne en etapa de levante-ceba en el departamento de Córdoba	19
Capítulo III	
Alimentación y nutrición	21
Capítulo IV	
Características de las praderas del Alto y Medio Sinú utilizadas para los sistemas de producción de carne bovina	23
Capítulo V	
Características de los pastos <i>Dichanthium aristatum</i> (Angleton), <i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella), <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) (Mombasa), <i>Bothriochloa pertusa</i> (Colosuana) y <i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087 (Mulato II)	27
Capítulo VI	
Manejo del pastoreo	29

Capítulo VII

Producción de forraje y calidad de los pastos	33
---	----

Capítulo VIII

¿Qué es la suplementación y cuáles son las razones para suplementar vacunos de carne?	37
¿Cuándo se debe suplementar vacunos de carne?	38
¿Es necesario suplementar los bovinos en época de lluvias, cuando se dispone suficientemente de pasto de buena calidad?	39
¿Es necesario suplementar en época seca?	40

Capítulo IX

Alimentos para la suplementación de bovinos de levante y ceba en el Alto y Medio Sinú	41
---	----

Capítulo X

Consideraciones sobre la edad al sacrificio del bovino de carne	45
---	----

Capítulo XI

Resultados de las experiencias en el manejo de la alimentación en bovinos de carne del Alto y Medio Sinú	47
Dietas suministradas a los bovinos cebú comerciales en el Alto y Medio Sinú	47
Beneficios obtenidos con el manejo alimenticio de los vacunos evaluados en el Alto y Medio Sinú	49
Ganancia de peso, capacidad de carga y productividad	50
Reducción en la tasa de emisión de metano entérico	52
Calidad de la canal	52
Calidad de la carne	55
Análisis económico	56
Conclusiones	58
Referencias	59
Reconocimientos de arbitraje 2021	65

Lista de figuras

Figura 1	Subregiones del departamento de Córdoba	16
Figura 2	Composición de los alimentos	22
Figura 3	<i>Dichanthium aristatum</i> (Angleton)	24
Figura 4	<i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella)	24
Figura 5	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) (Mombasa)	25
Figura 6	<i>Bothriochloa pertusa</i> (Colosuana)	25
Figura 7	<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087 (Mulato II)	26
Figura 8	Bovinos en pastoreo en finca del Alto Sinú en el municipio de Valencia, Córdoba	30
Figura 9	Silo de montón con sorgo forrajero JJT-18	31
Figura 10	Medición de disponibilidad de forraje en praderas	33
Figura 11	Cambios en la disponibilidad de forraje en rotaciones con pasto Angleton en la finca de Valencia, Córdoba	34
Figura 12	Suplementación mineral de bovinos de ceba en praderas de pasto Angleton en época de lluvias	39
Figura 13	Suplementación de bovinos de ceba en praderas de pasto Angleton en época seca	40
Figura 14	Suplementación de bovinos en pastoreo	48
Figura 15	Bovinos con buena conformación, con el tren posterior bien desarrollado	50

Lista de tablas

Tabla 1	Disponibilidad de materia seca (MS) de los pastos utilizados en el valle medio del Sinú durante las épocas seca y de lluvias	35
Tabla 2	Composición químico-bromatológica de las pasturas dedicadas a producción de carne en el valle medio del río Sinú, en porcentaje	36
Tabla 3	Requerimientos nutricionales para mantenimiento de ganado de carne con peso de 350-450 kg	39
Tabla 4	Composición químico-bromatológica de alimentos disponibles en la región del valle del Sinú para la alimentación de bovinos, en porcentaje	42
Tabla 5	Composición química promedio de los subproductos de la agroindustria utilizados para la elaboración de los concentrados para los bovinos en el Alto y Medio Sinú, en porcentaje	49
Tabla 6	Consumo promedio de nutrientes de los bovinos en fases de levante y ceba en pastoreo en el Alto y Medio Sinú	49
Tabla 7	Indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas y con suplementación	51
Tabla 8	Indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas y con suplementación, en relación con los indicadores de la región cordobesa	52
Tabla 9	Indicadores de calidad de la canal en bovinos que recibieron alimentación basada en pastoreo eficiente (PE) o suplementación en el Alto Sinú (2015-2017)	53
Tabla 10	Indicadores de calidad de la canal en bovinos que recibieron alimentación basada en PE o suplementación en el Medio Sinú (2015-2017)	53
Tabla 11	Análisis económico de las cebas realizadas durante los años 2015-2017	57

Los autores

Martha Oliva Santana Rodríguez

msantana@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-0248-9298>

Máster en Ciencias Ambientales (Universidad de Córdoba, Colombia). Especialista en Producción y Utilización de Pastos y Forrajes (Universidad de Antioquia). Zootecnista (Universidad Nacional de Colombia). Estuvo vinculada al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), donde realizó los primeros estudios para la revegetalización de áreas degradadas por minería en el Bajo Cauca antioqueño. Está adscrita a la Red de Ganadería y Especies Menores en el Centro de Investigación Turipaná (AGROSAVIA) y ha participado en formulación y desarrollo de proyectos de investigación y vinculación en las áreas de forrajes, sistemas de producción de bovinos y ovinos, y tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Durante 2021 ha sido coautora de cuatro artículos científicos sobre la raza criolla romosinuano, publicados en revistas indexadas.

Lorena Inés Mestra Vargas

lmestra@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-3717-0153>

Médica veterinaria y zootecnista (Universidad de Córdoba, Colombia). Especialista en Nutrición Animal (Universidad de Ciencias Ambientales) y máster en Nutrición de Rumiantes (Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil). Actualmente está vinculada a AGROSAVIA en la Red de Ganadería y Especies Menores, en el Centro de Investigación Turipaná. Desarrolla proyectos de investigación y vinculación en el área de producción, nutrición y metabolismo animal, así como en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para promover el desarrollo sostenible de sistemas productivos. Es autora de artículos científicos y capítulos de libros, y fue colaboradora del Latin America Methane Project para el artículo “Enteric methane mitigation strategies for ruminant livestock systems in the Latin America and Caribbean region: A meta-analysis”.

Hernando Flórez Díaz

hflorez@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-0067-3315>

PhD en Nutrición de Rumiantes. Investigador PhD asociado a la Red de Ganadería y Especies Menores en el Centro de Investigación La Libertad (AGROSAVIA). Entre 2011 y 2012 fue coordinador de la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA, donde apoyó la construcción de las demandas de investigación de las cadenas cárnica y láctea de bovinos. En la actualidad, desarrolla investigación en sistemas sostenibles de alimentación para bovinos del trópico y estrategias para mejorar la calidad y la cadena de valor de la carne bovina en Colombia. En 2020 fue coautor del libro resultado de investigación *Cortes de canal bovina para mercados nacionales y de exportación*.

Antonio María Martínez Reina

amartinezr@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-9312-842X>

Economista de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Máster en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia y doctor en Ciencias Económicas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Investigador en sistemas de producción en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) durante cuatro años. Adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Turipaná. Ha desarrollado proyectos en el área de evaluación de resultados de investigación e impacto institucional, regional y nacional de las tecnologías de producción agropecuarias, encadenamientos productivos y análisis de política sectorial. Ha sido autor de más de 40 artículos en revistas indexadas y de ocho capítulos de libro.

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento y agradecimiento a todos los participantes del proyecto “Tres recomendaciones de manejo nutricional 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 TV15 y TV16 (411-1327 y 411-158).

De igual manera, agradecen a los productores y operarios que participaron en la fase experimental.



Introducción

La globalización impone retos a los productores de carne, y especialmente al ganadero del departamento de Córdoba, quien posee tradición ganadera y es un actual o potencial exportador de bovinos, canales o carne, para aprovechar los tratados de comercio que Colombia ha firmado. Para ello tiene el reto, a corto y mediano plazo, de mejorar los indicadores productivos, pues actualmente son bajos en todo el caribe colombiano (González-Quintero et al., 2020), para hacer que la región sea más competitiva, no solo en producción, sino en calidad de la carne.

Entre las fortalezas y oportunidades que tiene el sector en esta subregión, se pueden mencionar la cercanía a puertos marítimos, la existencia de plantas de sacrificio acreditadas para el beneficio de ganado vacuno y para la exportación de canales y cortes, además de su arraigada cultura ganadera (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2021). Entre las debilidades del sistema productivo de carne, se considera la fluctuación en la cantidad y calidad del alimento suministrado durante todo el ciclo productivo animal (Mestra-Vargas, Barragán Hernández et al., 2020), ya que con el cambio climático se han concentrado las lluvias (Tapasco et al., 2019) y, en consecuencia, se presenta una marcada estacionalidad en la producción de los forrajes, con reducciones de hasta el 60 % en la disponibilidad del alimento durante la época seca (Mejía Kerguelén et al., 2019), lo cual afecta en forma negativa la ganancia de peso y aumenta la edad al sacrificio, aspectos que se ven reflejados en la calidad de la canal y, por ende, de la carne.

La calidad de la canal y la carne de los rumiantes está dada por varios atributos que están determinados por factores intrínsecos del animal, como la composición

racial (Gama et al., 2013; Hocquette et al., 2005), y extrínsecos, como la dieta y la alimentación (Guerrero et al., 2013; Fruet et al., 2018), los cuales juegan un papel importante en el desarrollo de estos atributos.

Entre las estrategias para superar el déficit de forraje de buena calidad en la época seca, se pueden citar el uso racional y eficiente de especies tolerantes a la sequía (Mojica-Rodríguez & Burbano-Erazo, 2020), la suplementación estratégica con forrajes conservados y subproductos agroindustriales de la región (Mejía-Kerguelén et al., 2019; Mestra-Vargas, Barragán Hernández et al., 2020) o el uso de distintas modalidades de sistemas agroforestales. En el presente documento se resumen los resultados del proyecto “Tres recomendaciones de manejo nutricional para mejorar la producción y calidad de carne y leche en ganaderías del Caribe Húmedo”, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que tiene como objetivo la generación de información actualizada para que los productores ganaderos de la región Caribe produzcan de manera eficiente y sostenible bovinos y carne de calidad para los mercados regionales y de exportación.

Capítulo I

Generalidades del departamento de Córdoba

El departamento de Córdoba está ubicado en el noroccidente de Colombia y se localiza entre los 09° 26' 16" y 07° 22' 05" de latitud norte y entre los 74° 47' 43" y 76° 30' 01" de longitud oeste, en las llanuras del Caribe. Gran parte de su territorio se ubica en los valles de los ríos Sinú y San Jorge; la cuenca del río Sinú tiene una extensión de 13.391 km, y el 94 % se ubica en el departamento de Córdoba. El clima es uniformemente cálido durante todo el año, con pocas variaciones en las temperaturas diarias y anuales, pero con variación estacional pronunciada en la pluviosidad, pues presenta periodos lluviosos y secos. Administrativamente, el departamento está dividido en siete subregiones: Alto Sinú, Sinú Medio, Centro, Bajo Sinú, Sabanas, San Jorge y Costanera; no obstante, desde el punto de vista agroecológico, la subregión Centro se integra al Medio Sinú (figura 1) (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge [cvs], s.f.).

En el departamento, la ganadería es la principal actividad económica del sector agropecuario. La población bovina de Córdoba, en 2021, es de 2.133.853 cabezas, distribuidas en 31.553 predios, los cuales se

agrupan en cuatro categorías: 1-50 animales, 51-100 animales, 101-500 animales y > 500 animales (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2021), con predominio de las categorías 1 y 4. Las subregiones Alto Sinú y Sinú Medio comprenden el 20 % de los municipios del departamento y el 14,7 % del inventario bovino, además de que conservan la distribución de la población bovina departamental por predio.

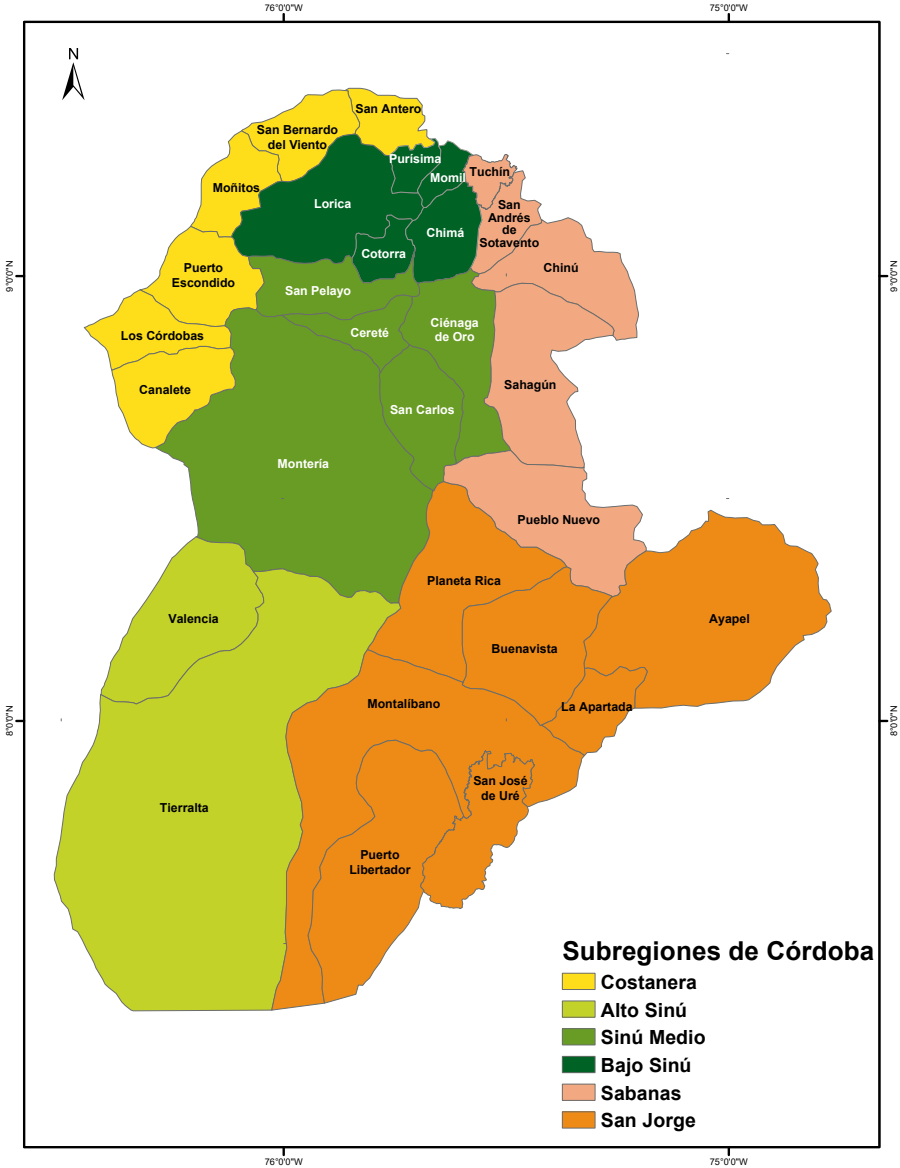


Figura 1. Subregiones del departamento de Córdoba.

Fuente: Elaboración propia con base en Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge CVS (s.f.)

A pesar de que la tierra cordobesa tradicionalmente se ha considerado muy fértil, en un estudio realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) (2015) se encontró que el departamento de Córdoba ocupa el tercer puesto en magnitud de suelos degradados. Adicionalmente, las inundaciones y fuertes sequías que caracterizan gran parte de su geografía, junto con otros factores, causan aumentos en los costos de producción y limitan los indicadores productivos regionales (Viloria, 2004).

El valle del Sinú (Alto Sinú, Medio Sinú y Centro) es una microrregión que pertenece a la zona agroecológica de bosque seco tropical (bs-T), según la clasificación de Holdridge (2000), con clima subhúmedo y húmedo tropical, con precipitación anual acumulada de entre 1.200 y 1.300 mm y mensual de 50 a 194 mm, con una temperatura promedio de 28 °C y una humedad relativa promedio del 82 % (Contreras-Santos et al., 2020). Los suelos del Sinú Medio son aluviales recientes, de fertilidad moderada, y el 70 % se dedica a la ganadería, mientras que el Alto Sinú, además de contar con los suelos aluviales, también posee suelos de menor fertilidad en la parte alta. La actividad ganadera de ceba se realiza en los suelos aluviales de las dos subregiones, y la parte alta se dedica principalmente a la actividad de cría.



Capítulo II

Indicadores del sistema de producción de carne en etapa de levante-ceba en el departamento de Córdoba

La actividad de producción de carne en el departamento de Córdoba es de gran relevancia. La población de bovinos dedicados a la producción de carne (animales macho de un año o más) equivale al 39,5 % del hato, del cual el 42,9 % se ubica en los municipios de Montería, Canalete, Los Córdoba, Valencia, Puerto Escondido, Tierralta, Ciénaga de Oro, Cereté, San Carlos y San Pelayo (cálculos realizados con base en el inventario bovino publicado por el ICA [2021]).

Las razas predominantes en el departamento son el cebú y algunos cruces con razas europeas y bovinos criollos (Mejía Kerguelén et al., 2019). La producción de carne se desarrolla como un sistema netamente pastoril, y aunque es una actividad económica relevante, presenta bajos indicadores productivos, con escasa mejoría con el transcurrir del tiempo, como se demuestra a continuación: ganancia diaria de peso (GDP): inferior a 345 g/animal; carga animal: entre 0,9 y 1,16 animales/ha; ganancia anual de peso: 141,6 kg/ha; duración del ciclo levante-ceba: 403 días (13 meses) aproximadamente; rendimiento en canal:

51,4% o menos (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2017; Federación Colombiana de Ganaderos [Fedegán] & Fondo Nacional del Ganado [FNG], 2014; Fedegán, s.f.).

Los sistemas en la región se caracterizan por reducciones de entre el 50 y el 60 % en la producción de forraje en época seca (Cajas-Girón et al., 2004; Mejía Kerguelén et al., 2019), con respecto a la producción en época de lluvias, lo cual genera un desabastecimiento de forraje de buena calidad en ese periodo de producción, que es de intensidad variable, según el tipo de pasto presente en la pradera. La magnitud de la reducción depende de las condiciones físicas del suelo, la fertilidad química y el tipo y manejo de la pastura.

Capítulo III

Alimentación y nutrición

La producción y la salud de un animal se dan en función de la alimentación e ingesta de nutrientes, que son los compuestos o sustancias necesarios para el soporte de la vida, para apoyar el mantenimiento, crecimiento, desarrollo y lactancia y, así, optimizar el desempeño productivo animal con propósitos específicos.

Los componentes básicos de los alimentos son el agua y la materia seca (MS), la cual se constituye de sustancias orgánicas, como proteínas, lípidos, carbohidratos, compuestos fenólicos y vitaminas, y de sustancias inorgánicas, como los macro y microminerales (Wu, 2018), que en los sistemas de producción se obtienen principalmente del forraje y de los alimentos utilizados para la preparación de concentrados alimenticios que se ofrecen a los animales en comederos bajo condiciones de pastoreo (figura 2).

Los recursos disponibles para la alimentación de los rumiantes son de origen vegetal y se clasifican, principalmente, en seis grupos: 1) forrajes, que a su vez se dividen en familias de gramíneas, forrajeras no leguminosas y leguminosas; 2) raíces y tubérculos; 3) granos concentrados; 4) subproductos de la

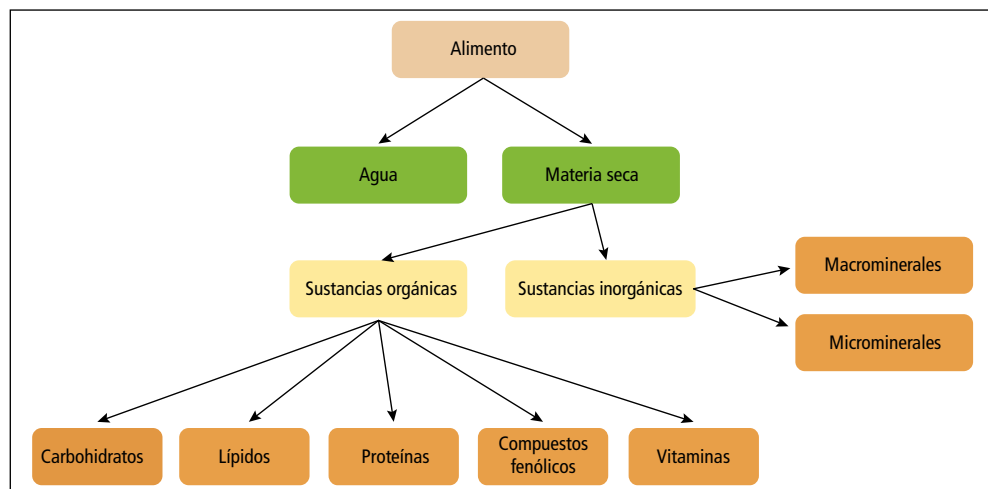


Figura 2. Composición de los alimentos.

Fuente: Elaboración propia con base en Wu (2018)

agroindustria; 5) alimentos de origen animal, y 6) aditivos, que son sustancias que no tienen valor nutritivo por sí mismas pero que se agregan a una ración para modificar sus propiedades, mejorar su conservación o facilitar los procesos de elaboración (“Clasificación de los alimentos”, s. f.).

Diariamente, se debe proveer a los animales de una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento (en el caso de los animales de levante), el mantenimiento corporal y la acumulación de tejido graso, ya que cada uno de estos procesos requiere nutrientes.

En los sistemas de producción bovina del trópico, es importante el suministro de alimentos ricos en energía, especialmente en la etapa de ceba o engorde, de tres a cuatro meses antes del sacrificio de los animales, para aumentar la cobertura grasa de la canal y de la carne. La grasa intramuscular aumenta la jugosidad, el aroma y el sabor de la carne y el marmoleo.

Capítulo IV

Características de las praderas del Alto y Medio Sinú utilizadas para los sistemas de producción de carne bovina

Los resultados de esta publicación se derivan de estudios de investigación realizados en dos predios del valle del Sinú durante dos ciclos de ceba en bovinos; en cada predio se implementaron dos estrategias diferentes de manejo alimenticio para reducir la edad al sacrificio y obtener mejores indicadores productivos en los animales.

Debido a que los vacunos son animales herbívoros por excelencia, se implementaron dos medidas: la primera consistió en un manejo eficiente del pastoreo mediante rotación de potreros, la cual permitió lograr mayores volúmenes de biomasa por unidad de área, y la segunda se trató de una suplementación con concentrado energético y proteico, la cual proporcionó una importante oferta diaria de nutrientes que mejoró el rendimiento en canal de los animales.

Las praderas de la microrregión del valle del Sinú donde AGROSAVIA realizó la investigación están compuestas principalmente por los siguientes pastos:

Dichanthium aristatum (Angleton), *Cynodon nlemfuensis* (Estrella), *Megathyrsus maximus* (Jacq.) (Mombasa), *Bothriochloa pertusa* (Colosuana) y *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 (Mulato II) (figuras 3-7, respectivamente).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 3. *Dichanthium aristatum* (Angleton).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 4. *Cynodon nlemfuensis* (Estrella).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 5. *Megathyrsus maximus* (Jacq.) (Mombasa).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 6. *Bothriochloa pertusa* (Colosuana).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 7. *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 (Mulato II).

Capítulo V

Características de los pastos *Dichanthium aristatum* (Angleton), *Cynodon nlemfuensis* (Estrella), *Megathyrsus maximus* (Jacq.) (Mombasa), *Bothriochloa* *pertusa* (Colosuana) y *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 (Mulato II)

En general, son pastos que se adaptan a las condiciones de los suelos del valle del Sinú, pero difieren en algunas características: el pasto Colosuana y el pasto Angleton son especies de muy buena palatabilidad, pero su producción y calidad nutricional se ven limitadas debido a prácticas de manejo ineficientes o cuando se presentan condiciones climáticas adversas (Tapia-Coronado et al., 2019).

La disponibilidad de forraje de Colosuana en época seca es mínima (Cajas-Girón et al., 2012), lo cual hace necesaria una reducción ostensible en la carga animal o el suministro de forraje conservado, para cubrir las necesidades de consumo de MS de los bovinos. Otra estrategia eficiente para esto es la renovación de praderas y la fertilización del pasto al final de las lluvias, ya que así se conserva la disponibilidad de forraje para la alimentación de los animales durante los primeros meses de sequía, lo que hace que el tiempo que los animales están sometidos a una

restricción en la cantidad de forraje sea menor y, de esta manera, aumenten la GDP del animal y la productividad de la empresa ganadera (Cajas-Girón et al., 2012).

Los pastos Mombasa y Mulato II son especies de crecimiento erecto, muy tolerantes a sequía y de alto rendimiento en suelos bien drenados. En la zona del valle del río Sinú, estas especies requieren adecuación predial para asegurar un buen drenaje; de lo contrario, el agua puede llegar a represarse en los bacines en época de fuertes lluvias, lo cual hace necesario establecer otras especies más tolerantes a la humedad, para evitar que queden áreas sin pasto y sean reemplazadas por especies de menor palatabilidad y consumo. Asimismo, estos pastos responden bien a fertilización con N, P y K (Munari Escarela et al., 2017) y al riego (Torregroza et al., 2015).

El pasto Estrella, por su parte, es una especie con hábito de crecimiento rastrero, su producción de forraje es alta, se comporta muy bien en el valle del Sinú y presenta un establecimiento lento, aunque, una vez llega a la etapa productiva, tolera bien las condiciones de déficit o exceso de humedad, así como altas cargas animales, en comparación con los pastos Angleton o Colosuana.

Capítulo VI

Manejo del pastoreo

Los pastos Angleton, Estrella, Mombasa y Mulato II se utilizaron en el Alto y Medio Sinú con tiempos de rebrote o descanso variables, con promedios de entre 21 y 24 días, y con ocupaciones de entre 1 y 3 días, dependiendo de la época del año, el tipo de pasto y la densidad de carga.

Considerando que el ganado de levante gana peso de forma constante y, en consecuencia, su consumo aumenta, la estrategia para mantener 2-3 animales/ha en las pasturas consistió en:

- a. Asignar la carga según la especie y la producción de forraje del pasto, razón por la cual se tuvo una tasa de carga de 2,0-2,5 animales/ha en Angleton y de 3 animales/ha en los pastos Estrella, Mombasa y Mulato II;
- b. Hacer coincidir la etapa de menor peso de los bovinos con la época de menor disponibilidad de forraje (sequía). El ciclo productivo se inició con bovinos con pesos de entre 284 y 338 kg, en época seca, y terminó con animales con pesos de entre 470 y 490 kg, coincidiendo con la época de lluvias, donde la oferta de forraje es mayor.

En uno de los ciclos de ceba con pasto Angleton (figura 8) en el cual se presentó una sequía prolongada y, en consecuencia, déficit de forraje, este se complementó con ensilaje del material comercial *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Corpoica JTT-18 (sorgo forrajero Corpoica JTT-18) preparado en la finca (figura 9), utilizando la tecnología de manejo del cultivo propuesta por Mejía-Kerguelén et al. (2019).

En el Alto Sinú se utilizó la menor tasa de carga (2 animales/ha), debido a que la pradera estaba compuesta por Angleton mezclado con Colosuana, y ambos tienen menor producción de forraje que los pastos utilizados en el Medio Sinú (Estrella, Mombasa y Mulato II).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 8. Bovinos en pastoreo en finca del Alto Sinú en el municipio de Valencia, Córdoba.



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 9. Silo de montón con sorgo forrajero JYT-18.



Capítulo VII

Producción de forraje y calidad de los pastos

Para las mediciones de disponibilidad de forraje en los pastos Angleton, Colosuana y Mulato II, se utilizaron marcos de $0,5 \times 0,5$ m ($0,25$ m²), y en Mombasa, un marco de 1 m² (1×1 m), debido a que esta presenta hábito de crecimiento erecto y crece en macollas (figura 10); las mediciones se realizaron periódicamente durante el periodo de ceba (lluvia y sequía), siguiendo la técnica descrita por Franco et al. (2006).



Foto: Lorena Inés Mestra Vargas

Figura 10. Medición de disponibilidad de forraje en praderas.

Angleton. La producción promedio de forraje obtenida en las praderas de Angleton (en mezcla con Colosuana) en el Alto Sinú fue de 726 kg/ha, cuya variación se presenta en la figura 11, en la que se evidencia una reducción en la oferta forrajera en el periodo de baja precipitación. El promedio de producción en el periodo de lluvias (junio-noviembre) fue de 1.236,8 kg de ms/ha, y en sequía (enero-mayo) fue de 518,7 kg de ms/ha, lo que representa una reducción del 58,1 % en la época seca.

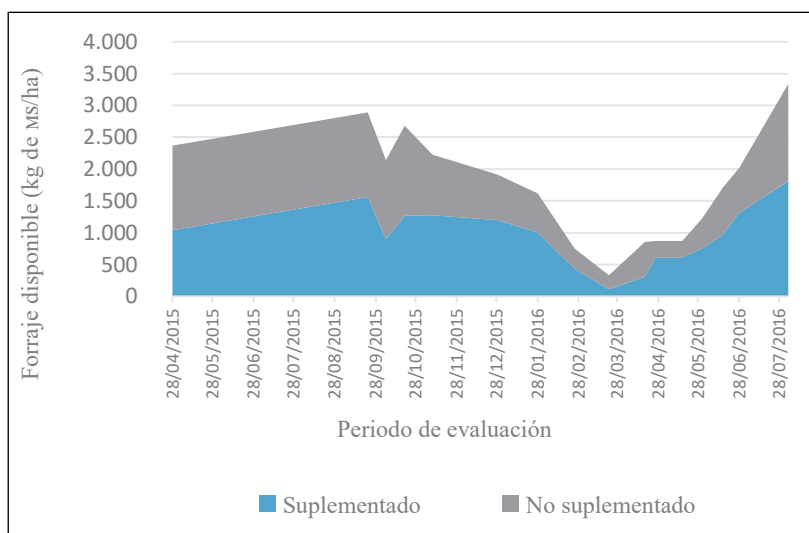


Figura 11. Cambios en la disponibilidad de forraje en rotaciones con pasto Angleton en la finca de Valencia, Córdoba.

Fuente: Elaboración propia

La composición del pasto Angleton de las praderas del Alto Sinú, determinada por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés), fue: proteína, $8 \pm 1,7$ %; extracto etéreo, $2,4 \pm 0,4$ %; fibra en detergente neutro (FDN), $57,9 \pm 6,4$ %; fibra en detergente ácido (FDA), $33,14 \pm 4,7$ %; cenizas, $10,1 \pm 0,4$ %.

Estrella, Mombasa y Mulato II. En las mediciones de forraje secado a 65°C , realizadas en el Centro de Investigación Turipaná, se obtuvieron producciones promedio de forraje verde en base seca de 1.554 kg de ms/ha en pasto Estrella, 1.552 kg de ms/ha en pasto Mombasa y 1.092 kg de ms/ha en pasto Mulato II.

La disponibilidad de forraje varió por efecto de la especie de pasto, de la época del año (tabla 1) y del consumo animal, que siempre estuvo en aumento, ya que es

proporcional al peso vivo. El pasto Mulato II produjo en época de lluvias una cantidad de forraje similar (1.925 kg de ms/ha) a la reportada para la misma localidad con fertilización y riego (Torregroza et al., 2015). Las reducciones en la disponibilidad de forraje en la época seca fueron del orden del 65,7 % en pasto Estrella, el 63,6 % en Mombasa y el 73,8 % en Mulato II.

Tabla 1. Disponibilidad de materia seca (ms) de los pastos utilizados en el valle medio del Sinú durante las épocas seca y de lluvias

Especie forrajera	Forraje disponible (kg de ms/ha)	
	Época seca	Época de lluvias
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella)	604,50	1.762
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) (Mombasa)	969,90	1.664
<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087 (Mulato II)	520	1.986

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la composición química del forraje de los pastos Estrella, Mombasa y Mulato II (tabla 2), se observó que, en sistemas de producción de carne, presentaron una buena calidad nutricional. Los contenidos de proteína cruda (PC), que fueron la mínima del 10,6 % y la máxima del 12,4 %, fueron superiores al 7 %, que es la cantidad mínima requerida para la adecuada síntesis de proteína microbiana en rumen. De igual manera, los valores de FDN no superaron el 62,8 %, lo que indica que se utilizaron pastos en estado vegetativo, poco maduros y lignificados, con alta disponibilidad de energía, importante para los procesos metabólicos ruminales, lo cual estuvo relacionado con el manejo eficiente del pastoreo mediante asignación de una carga adecuada y el movimiento oportuno de los animales en los potreros, lo que da lugar a incrementos en la cantidad y calidad de biomasa disponible por unidad de área. El estudio realizado por Torregroza et al. (2015) en la misma pastura, con fertilización, riego y la misma carga animal (3 animales/ha), en el Sinú Medio, arrojó valores de ms, PC, FDN, FDA y digestibilidad (Dig.) del 21,4 %, el 13,41 %, el 52,87 %, el 30,96 % y el 68,12 %, respectivamente. La fertilización nitrogenada aumenta los valores de PC en pastos Mombasa (Munari Escarela et al., 2017).

Tabla 2. Composición químico-bromatológica de las pasturas dedicadas a producción de carne en el valle medio del río Sinú, en porcentaje

Especie forrajera	MS	PC	EE	FDNcp	FDA	Cnz	Dig. <i>is</i>
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella)	25,0	10,6	2,6	62,8	34,8	10,2	55,7
<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) (Mombasa)	21,0	11,9	1,7	57,6	37,6	7,8	49,9
<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087 (Mulato II)	23,0	12,4	2,0	52,9	29,5	12,0	61,9

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDNcp: fibra en detergente neutro corregida para cenizas y proteína; FDA: fibra en detergente ácido; Cnz: cenizas; Dig. *is*: digestibilidad *in situ*.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VIII

¿Qué es la suplementación y cuáles son las razones para suplementar vacunos de carne?

La suplementación alimenticia se define como la adición de uno o varios nutrientes de tipo energético o proteico que faltan ya sea en cantidad o en calidad en la dieta base de los animales, que, en el caso de los bovinos en Colombia, es el pasto.

Los vacunos tienen una serie de necesidades alimenticias y requerimientos de consumo de MS y nutrientes diarios para su mantenimiento, ganancia de peso y productividad. En la mayoría de los sistemas de producción, el forraje es la principal o la única fuente de alimentación, pues representa entre el 80 y el 100% del consumo diario de MS de los animales en pastoreo. Sin embargo, este recurso no alcanza a cubrir todos los requerimientos nutricionales diarios de los animales y tampoco logra cumplir con los objetivos de la producción, por lo que se hace necesario establecer programas de suplementación nutricional por etapa productiva de bovinos.

Por lo anterior, antes de tomar la decisión de suplementar la alimentación de los animales en pastoreo, es necesario

conocer las características de oferta (kg de ms/d) y el valor nutritivo de las especies forrajeras disponibles en la pradera y las condiciones de manejo del recurso en la unidad productiva, debido a que la producción animal obtenida es ampliamente variable entre épocas y entre especies forrajeras o pasturas, además de depender del manejo dado por el productor.

¿Cuándo se debe suplementar vacunos de carne?

1. Cuando existe una baja disponibilidad de forraje (en kg de ms/d) y bajo contenido de proteína cruda ($< 7\%$), ya que la calidad nutricional es limitante y afecta negativamente su consumo diario y la digestibilidad del forraje.
2. Cuando la disponibilidad de forraje (en kg de ms/d) no es limitante, pero existen restricciones en la calidad de los nutrientes medidos a través de la digestibilidad del forraje.
3. Cuando los objetivos de la producción animal son más altos de lo que puede ser logrado con el forraje disponible en la unidad productiva.

Asimismo, en los sistemas ganaderos del trópico, la práctica de la suplementación se justifica para incrementar la producción de carne por animal y por hectárea o para evitar tanto las pérdidas de peso, que se presentan principalmente en animales jóvenes durante los meses críticos del año (época seca), como excesos de agua en zonas inundables. Los vacunos tienen unos requerimientos nutricionales para su mantenimiento y ganancia de peso que pueden estimarse con base en las tablas del National Research Council (NRC) o con programas informáticos establecidos para tal fin. La oferta de forraje y su calidad permiten establecer si existe alguna deficiencia de energía o proteína que deba atenderse para cubrir los requerimientos nutricionales y disminuir el tiempo de ceba.

Los requerimientos de consumo diario de nutrientes de bovinos en fases de levante y ceba se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Requerimientos nutricionales para mantenimiento de ganado de carne con peso de 350-450 kg

Peso (kg)	ENm (Mcal/d)	PM (g/d)	PC (g/d)	Ca (g/d)	P (g/d)
350	6,23	307	458	11	8
400	6,89	340	508	12	10
450	7,52	371	554	14	11

ENm: energía neta de mantenimiento; PM: proteína metabolizable; PC: proteína cruda; Ca: calcio; P: fósforo.

Fuente: Elaboración propia con base en NRC (2000)

¿Es necesario suplementar los bovinos en época de lluvias, cuando se dispone suficientemente de pasto de buena calidad?

En época de lluvias se recomienda mantener la suplementación mineral. Cuando los pastos se manejan de forma eficiente y la oferta de forraje permite a los animales seleccionar la parte de la planta y las plantas de mejor calidad, estos alcanzan a cubrir los requerimientos del animal para mantenimiento y permiten buenas ganancias de peso, lo que hace que la suplementación sea benéfica para aumentar el rendimiento en canal (figura 12).



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 12. Suplementación mineral de bovinos de ceba en praderas de pasto Angleton en época de lluvias.

¿Es necesario suplementar en época seca?

Sí. En la época de sequía, la cantidad de pasto de calidad se hace insuficiente, siendo más drástica la limitación en gramíneas no adaptadas a sequía, como los pastos Angleton y Colosuana; por este motivo, la suplementación se hace necesaria en sistemas pastoriles (figura 13). Los suplementos pueden ser ensilajes, subproductos de la agroindustria o ambos.



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 13. Suplementación de bovinos de ceba en praderas de pasto Angleton en época seca.

Capítulo IX

Alimentos para la suplementación de bovinos de levante y ceba en el Alto y Medio Sinú

Los subproductos agrícolas e industriales utilizados para la elaboración de concentrados de tipo energético o proteico que suplementen el déficit de estos nutrientes en la alimentación animal representan una excelente alternativa para reducir costos de alimentación y aumentar la rentabilidad de los sistemas de producción (Oliveira et al., 2013), en comparación con los productos convencionales utilizados en sistemas intensivos de producción de carne (granos de sorgo o maíz, harina de soya, pacas de sorgo y heno de forrajes), siempre y cuando se utilicen adecuadamente.

En casos de deficiente oferta forrajera en los sistemas de producción, es posible usar suplementos de cultivos forrajeros altos en fibra, como los ensilajes de *Zea mays* L. (maíz), *Manihot esculenta* (yuca) o *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Corpoica JYT-18 (sorgo forrajero Corpoica JYT-18), para cubrir el déficit, y suplementar con concentrados preparados con subproductos de la agroindustria, como el

salvado de *Oryza sativa* (arroz), el salvado de *Z. mays* (maíz), torta, semilla o cacota de *Gossypium* spp. (algodón), *Elaeis guineensis* (torta de palmiste) o una melaza de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), que se caracterizan por tener altos contenidos de MS, proteína o energía (tabla 4). Sin embargo, estos alimentos también tienen limitantes que hacen que su uso sea restringido a cierto nivel o etapa productiva del animal.

Para elaborar las raciones para bovinos en fases de levante-ceba, es importante considerar las características de los alimentos presentes en la región y las necesidades nutricionales del animal. En la tabla 4 se presenta la oferta y composición de alimentos disponibles en la región del valle del Sinú para la alimentación de bovinos.

Tabla 4. Composición químico-bromatológica de alimentos disponibles en la región del valle del Sinú para la alimentación de bovinos, en porcentaje

Alimento	MS	PC	EE	FDN	FDA	Cnz
<i>Zea mays</i> (salvado de maíz)	32,97	11,83	4,17	22,23	13,68	4,17
<i>Gossypium</i> spp. (torta de algodón)	49,15	38,40	4,34	27,56	14,76	10,15
<i>Gossypium</i> spp. (semilla de algodón)	76,86	25,86	13,18	49,62	36,43	4,25
<i>Zea mays</i> (grano de maíz)	88,26	5,06	8,16	12,88	10,57	3,57
<i>Elaeis guineensis</i> (torta de palmiste)	91,99	16,56	9,40	57,64	31,00	4,24
<i>Oryza sativa</i> (salvado de arroz)	88,88	17,94	14,31	39,33	24,63	14,31
<i>Saccharum officinarum</i> (melaza)	78,00	2,00	0,10	—	0,00	9,80
<i>Manihot esculenta</i> (raíz de yuca)	35,10	3,02	—	8,01	3,55	2,74
<i>Cassia grandis</i> (fruto de cañafistola)	84,82	7,94	5,85	31,13	6,56	5,85
<i>Guazuma ulmifolia</i> (fruto de guásimo)	76,15	8,45	1,47	34,38	13,49	4,97
<i>Samanea saman</i> (fruto de campano)	80,98	12,66	0,84	30,26	11,18	4,05
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (fruto de orejero)	82,65	17,01	0,80	28,06	8,99	5,23

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

Las cantidades de alimento por suministrar de cada componente de la dieta de los animales son variables y deben ser recomendadas por un profesional idóneo, que formule un balance adecuado de nutrientes para el suministro de la ración apropiada por animal por día. Al respecto, el manejo de la alimentación en rumiantes es un arte en el que se necesita conocer 1) los requerimientos nutricionales de los animales

de acuerdo con su etapa productiva; 2) la composición de los nutrientes disponibles de los recursos alimenticios seleccionados, por gramo de MS, y 3) cómo combinar los diferentes alimentos para que coincidan con los requerimientos de los animales.



Capítulo X

Consideraciones sobre la edad al sacrificio del bovino de carne

La edad al sacrificio influye en la calidad de la carne. Según Fedegán y el FNG (2014), el departamento de Córdoba reportó, en fincas de levante y ceba de bajo nivel tecnológico, que el 60 % de los productores tenían GDP de entre 0,2 y 0,3 kg, con edades al sacrificio de entre 42 y 48 meses, mientras que el 35 % de los productores de fincas de nivel tecnológico alto obtenían GDP de entre 0,3 y 0,5 kg, con edades al sacrificio de entre 30 y 36 meses, de animales de 450-500 kg de peso. Las bajas ganancias de peso son el reflejo de la baja calidad nutricional de las praderas durante el levante y la ceba (Fedegán & FNG, 2014), lo que impacta en el peso al sacrificio y la calidad de la canal y la carne (Henchion, 2014).

En los bovinos, la edad al sacrificio afecta la cantidad de grasa de la canal y la conformación del bovino; de hecho, impacta el rendimiento en canal, el total de carne aprovechable y la calidad en términos de jugosidad, sabor y terneza (Kopuzlu et al., 2018). Al respecto, estudios previos realizados en Colombia en bovinos cebú y de cruces de criollo con cebú muestran que los animales de mayor edad al sacrificio presentan carnes con mayor dureza y un color más oscuro (Flórez Díaz et al., 2015).

A medida que aumenta la edad del animal, la terneza de la carne disminuye (Schönfeldt & Strydom, 2011), por lo que es importante alimentar los bovinos adecuadamente, con forrajes de alta calidad como dieta básica, y adicionar una suplementación en bajas cantidades, en el potrero, cuando los pastos no alcancen a cubrir los requerimientos del animal; de esta manera es posible obtener, en las condiciones del valle del Sinú, las ganancias de peso requeridas para alcanzar el peso ideal según la raza, a una edad inferior a los 30 meses (Mestra-Vargas, Reza-García et al., 2020; Vásquez et al., 2005).

Capítulo XI

Resultados de las experiencias en el manejo de la alimentación en bovinos de carne del Alto y Medio Sinú

Dietas suministradas a los bovinos cebú comerciales en el Alto y Medio Sinú

En cuanto a la alimentación de los animales vacunos en fase de levante y ceba, se hizo énfasis en ofrecer forraje de buena calidad en las praderas, se elaboraron dietas energéticas y proteicas balanceadas y se compararon ambos sistemas; en todos los casos se suministró sal mineralizada. En las fases de levante y ceba, el consumo de nutrientes de los bovinos de raza cebú comercial o de cruces lecheros fue adaptado con base en recomendaciones del NRC (2000); las estimaciones de suministro de las dietas, consumo de los nutrientes digestibles y demás variables de desempeño biológico se realizaron con el *software* Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) (Fox et al., 2004).

En el Alto Sinú, el concentrado ofrecido para la suplementación de los animales de raza cebú comercial o de cruces lecheros estuvo compuesto por

una mezcla de torta de palmiste, salvado de arroz y urea, a razón de 300, 1.200 y 70 g, respectivamente, para un total de 1,57 kg/animal/d, que corresponde al 0,4 % del peso vivo. Durante todo el experimento, los animales recibieron sal mineralizada al 4 % de fósforo (80 g/animal/d), y se suministró en comederos artesanales elaborados en el predio del productor y ubicados en el potrero (figura 14a).

En el Medio Sinú, por su parte, el concentrado ofrecido para la suplementación de los animales de raza cebú comercial consistió en una mezcla de salvado de arroz y semilla de algodón, a razón de 300 y 1.200 g, respectivamente, para un total de 1,50 kg/animal/d, que corresponde al 0,4 % del peso vivo. Durante todo el experimento, los animales recibieron sal mineralizada al 4 % de fósforo (80 g/animal/d), y se suministró en comederos comerciales adquiridos en almacenes agropecuarios de la zona y ubicados en el potrero (figura 14b).



Fotos: Martha Oliva Santana Rodríguez y
Lorena Inés Mestre Vargas

Figura 14. Suplementación de bovinos en pastoreo. a. Suplementación en finca del Alto Sinú usando comedero artesanal; b. Suplementación en finca del Medio Sinú usando comedero comercial.

La composición química promedio de los forrajes y subproductos de la industria utilizados para la elaboración del concentrado suministrado a los bovinos (tabla 5) se evaluó en el Laboratorio de Química Analítica del Centro de Investigación Turipaná de AGROSAVIA. El consumo y digestibilidad de los nutrientes de las dietas ofrecidas a los bovinos se presenta en la tabla 6. Es de anotar que la composición de la dieta se debe hacer según la disponibilidad de las materias primas y su costo en el momento de la suplementación.

Tabla 5. Composición química promedio de los subproductos de la agroindustria utilizados para la elaboración de los concentrados para los bovinos en el Alto y Medio Sinú, en porcentaje

	Alimento	MS	PC	EE	FDN	FDA	Cnz
Alto Sinú	Torta de palmiste (<i>Elaeis guineensis</i>)	91,2	16,7	9,2	44,0	33,8	4,7
	Salvado de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	90,0	13,6	16,0	20,6	9,2	8,6
	Urea	99,0	287,5	—	—	—	—
Medio Sinú	Semilla de algodón (<i>Gossypium</i> sp.)	92,2	23,6	20,4	35,0	27,8	4,3
	Salvado de arroz (<i>O. sativa</i>)	90,0	13,6	16,0	20,6	9,2	8,6

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

Tabla 6. Consumo promedio de nutrientes de los bovinos en fases de levante y ceba en pastoreo en el Alto y Medio Sinú

Alto Sinú							
MS (kg)	PC (g)	EE (g)	CNF (g)	EM (Mcal/d)	ENG (Mcal/kg de MS)	PM (g/d)	NDT (g/100 g)
11,43	1,417	400	1,017	21,70	0,50	600	52,5
Medio Sinú							
11,60	1,563	523	1,092	24,23	0,59	670	58,2

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; CNF: carbohidratos no fibrosos; EM: energía metabolizable; ENG: energía neta de ganancia; PM: proteína metabolizable; NDT: nutrientes digestibles totales.
Fuente: Elaboración propia

Beneficios obtenidos con el manejo alimenticio de los vacunos evaluados en el Alto y Medio Sinú

En general, en las condiciones del estudio, se constata que el sistema de alimentación condujo a resultados positivos en cuanto a las ganancias de peso individuales o por área y a algunas variables de calidad de canal y de calidad de carne, con reducción en las emisiones de metano entérico. En la figura 15 se puede observar la conformación de los bovinos suplementados.



Foto: Martha Oliva Santana Rodríguez

Figura 15. Bovinos con buena conformación, con el tren posterior bien desarrollado.

Ganancia de peso, capacidad de carga y productividad

Los indicadores obtenidos en cada ceba se utilizaron para hacer un comparativo con indicadores productivos de la ganadería bovina del departamento de Córdoba, ya que no se tenían disponibles los datos específicos para el valle del Alto y Medio Sinú. La mejora que se obtuvo, en general, en los indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas o con suplementación se presenta en la tabla 7.

La GDP individual de los bovinos durante todo el ciclo de rotación, con pastoreo eficiente y suplementación en forma discontinua, aumentó en 640 g/animal. La respuesta a la suplementación en pastoreo depende de la disponibilidad de forraje, la cual no debe ser limitante: se considera que una disponibilidad de forraje del 7 % del peso vivo es adecuada (Ferrando et al., 2000), y su suministro de forma discontinua no afecta el desarrollo del animal (Ávila et al., 2017).

Tabla 7. Indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas y con suplementación

Ceba	Dieta	PI (kg/animal)	PF (kg/animal)	D (días)	CA	CC (animal/ha)	GDP (kg/animal)	GPHA (kg)
1	PE + suplementación	284,4	469,0	421	0,92	2,50	0,44	494,90
2	PE + suplementación	334,7	473,6	254	1,44	3,00	0,55	598,79
3	PE + suplementación	365,2	497,0	144	2,53	2,31	0,92	771,72
4	PE + suplementación	289,0	467,4	277	1,32	3,00	0,64	705,31
Promedios	Pastoreo + suplementación	318,3	476,8	274	1,50	2,70	0,64	642,68
	Regional	316,0	463,6	428	0,90	1,16	0,34	141,84
	Diferencia (PE vs. IR)	2,3	—	-154	0,70	1,54	0,30	500,80

PE: pastoreo eficiente; PI: peso inicial promedio; PF: peso final promedio; D: duración de levante-ceba; CA: ciclos por año; CC: capacidad de carga; GDP: ganancia diaria de peso; GPHA: ganancia de peso de animal por hectárea; IR: indicador regional. Los valores de las cebas 1 y 3 corresponden a datos promedio de dos cebas de dos lotes de ganado en pasto Angleton, y los valores de las cebas 2 y 4 corresponden a datos promedio de las cebas obtenidas en los otros pastos.

Fuente: Elaboración propia

La tasa de carga aumentó en 1,5-1,7 animales/ha, pues pasó de 0,96-1,16, que es el rango departamental, a 2,7 animales/ha, que fue el promedio en las cebas realizadas en cada uno de los pastos (Angleton, Estrella, Mombasa y Mulato II).

El número de ciclos de ceba aumentó en un 66,67 %, debido a que con el manejo tradicional actual del pastoreo se realiza una ceba, mientras que con el manejo eficiente con la suplementación propuesta por AGROSAVIA se realizan 1,7 ciclos de ceba, lo que genera un incremento de 501 kg/ha/año en la productividad con respecto al promedio de la ganadería cordobesa. La mejora general en los indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas y con suplementación se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Indicadores productivos con la tecnología de manejo eficiente de praderas y con suplementación, en relación con los indicadores de la región cordobesa

Ceba	Dieta	PI (kg/animal)	PF (kg/animal)	D (días)	CA	CC (animal/ha)	GDP (kg/animal)	GPHA (kg)
1	PE en Angleton	282,0	431,58	421	0,92	2,60	0,36	412,30
2	PE promedio en varios pastos	335,1	469,60	254	1,44	3,00	0,53	579,81
3	PE en Angleton	351,2	455,79	144	2,53	1,84	0,73	487,80
4	PE	289,0	445,05	277	1,32	3,00	0,56	616,89
Promedios	PE promedio en varios pastos	314,3	450,50	274	1,60	2,60	0,54	524,20
	Promedio general	316,3	463,60	274	1,60	2,70	0,59	583,40
	Promedio regional	316,0	463,60	428	0,85	1,16	0,34	141,84
	Diferencia AGRO-SAVIA vs. región	0,3	—	-154	0,75	1,54	0,25	441,56

PE: pastoreo eficiente; PI: peso inicial promedio; PF: peso final promedio; D: duración de levante-ceba; CA: ciclos por año; CC: capacidad de carga; GDP: ganancia diaria de peso; GPHA: ganancia de peso de animal por hectárea.

Fuente: Elaboración propia

Reducción en la tasa de emisión de metano entérico

En praderas de Mulato II y Estrella, las tasas de emisión de metano entérico sin suplementación fueron de 22,5 y 18,5 g de CH₄/kg de MS, mientras que, con suplementación en pastoreo, fueron de 12,8 y 16,5 g de CH₄/kg de MS, respectivamente (Mestra et al., 2019).

Calidad de la canal

La calidad de la canal depende principalmente de factores genéticos, las condiciones medioambientales, la alimentación y el manejo de los animales destinados a sacrificio para consumo humano (Castañeda Serrano & Peñuela Sierra, 2010; Vásquez et al., 2002).

En las condiciones de este estudio, realizado en bovinos del Alto Sinú en el periodo 2015-2017, se observó que el sistema de alimentación con suplementación incidió positivamente en algunas variables de calidad de canal, como peso de la canal caliente, peso de la canal fría y rendimiento de la canal caliente (tabla 9).

Tabla 9. Indicadores de calidad de la canal en bovinos que recibieron alimentación basada en pastoreo eficiente o suplementación en el Alto Sinú (2015-2017)

Dieta	Periodo	PVF (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	RCC (%)	RCF (%)	LP (cm)	PP (cm)
PES	2015-2016	482,00	256,74	251,52	54	—	—	—
PE	2015-2016	474,85	241,23	236,50	53	—	—	—
PES	2016-2017	497,5 ± 19,90	267,60 ± 13,40	263,20 ± 15,8	53,79 ± 2,75	52,93 ± 27,50	84,68 ± 2,9	116,1 ± 34,1
PE	2016-2017	454,4 ± 20,77	243,14 ± 13,69	238,51 ± 13,4	53,49 ± 1,60	52,47 ± 1,55	84,30 ± 2,4	114,0 ± 3,5

PES: pastoreo eficiente más suplementación; PE: pastoreo eficiente; PVF: peso vivo en finca; PCC: peso de la canal caliente; PCF: peso de la canal fría; RCC: rendimiento de la canal caliente; RCF: rendimiento de la canal fría; LP: longitud de la pierna; PP: perímetro de la pierna.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 9 se destaca que en el periodo 2016-2017 el manejo alimenticio mejoró algunas variables de calidad de la canal del lote de bovinos suplementados respecto a los no suplementados: en cuanto al peso de la canal caliente y el peso de la canal fría, se encontraron diferencias y se detectaron mejoras en los valores de la merma ($p=0,05$), el espesor de la grasa del lomo ($p=0,07$), el espesor de la grasa del anca ($p=0,09$) y el índice de compacidad ($p<0,001$).

Los indicadores de calidad de la canal de los bovinos evaluados en el predio del Medio Sinú se presentan en la tabla 10. Los aspectos evaluados en las dos cebas en esta localidad correspondieron a peso vivo en finca, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento de la canal caliente, rendimiento de la canal fría, perímetro de la pierna y área del ojo del lomo, de los cuales se evidenció una mejora al manejar el pastoreo eficiente y suplementación.

Tabla 10. Indicadores de calidad de la canal en bovinos que recibieron alimentación basada en PE o suplementación en el Medio Sinú (2015-2017)

Dieta	Pasto	PVF (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	RCC (%)	RCF (%)	PP (cm)	AOL (cm ²)
Años 2015-2016								
PE	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	482 ± 18	248 ± 12	242 ± 49	54,00 ± 2,2	53,0 ± 2,1	79,8 ± 16	53,5 ± 11,0
PE	<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087	484 ± 25	251 ± 15	248 ± 49	53,07 ± 1,2	52,5 ± 1,2	79,2 ± 16	52,7 ± 9,0
PE	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.)	480 ± 33	255 ± 18	244 ± 50	54,07 ± 1,9	52,7 ± 1,3	79,9 ± 16	58,2 ± 7,5
PES	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	500 ± 30	258 ± 13	251 ± 13	54,50 ± 1,7	53,5 ± 1,7	84,30 ± 4,5	54,4 ± 6,2

(Continúa...)

(Continuación tabla 10)

Dieta	Pasto	PVF (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	RCC (%)	RCF (%)	PP (cm)	AOL (cm ²)
Años 2015-2016								
PES	<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087	474 ± 27	257 ± 16	250 ± 15	55,00 ± 1,9	53,4 ± 1,8	84,04 ± 3,0	53,0 ± 11,0
PES	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.)	483 ± 17	263 ± 16	256 ± 18	55,50 ± 2,4	54,0 ± 2,3	84,00 ± 3,2	54,7 ± 6,0
Años 2016-2017								
PE	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	435,6 ± 4,51	230 ± 2,9	223,2 ± 12,5	51,3 ± 0,36	50,1 ± 1,2	101,80 ± 0,94	64,5 ± 6,2
PE	<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087	464,7 ± 6,00	255 ± 5,9	237,0 ± 17,8	52,8 ± 0,41	51,0 ± 2,1	102,72 ± 0,89	69,4 ± 6,7
PE	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.)	436,2 ± 5,82	242 ± 4,1	235,2 ± 14,6	52,8 ± 0,36	51,0 ± 2,1	112,90 ± 1,02	71,6 ± 7,8
PES	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	472,6 ± 9,61	255 ± 5,9	248,7 ± 24,4	53,5 ± 0,62	52,6 ± 2,8	116,11 ± 0,97	64,6 ± 8,6
PES	<i>Brachiaria</i> híbrido CIAT 36087	466,8 ± 5,65	255 ± 3,5	251,4 ± 15,0	53,9 ± 0,29	52,2 ± 2,1	114,70 ± 0,86	64,9 ± 9,1
PES	<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.)	465,0 ± 9,31	248 ± 5,9	243,6 ± 24,0	53,5 ± 0,41	52,6 ± 1,8	112,70 ± 1,61	70,1 ± 7,6

PE: pastoreo eficiente; PES: pastoreo eficiente más suplementación; PVF: peso vivo en finca; PCC: peso de la canal caliente; PCF: peso de la canal fría; RCC: rendimiento de la canal caliente; RCF: rendimiento de la canal fría; PP: perímetro de la pierna; AOL: área del ojo del lomo.

Fuente: Mestra-Vargas, Barragán-Hernández et al. (2020)

Según los resultados obtenidos en los indicadores de calidad de la canal para el lote de bovinos evaluados, se destaca que en los animales manejados en el pasto Estrella se obtuvieron las mejores respuestas de la suplementación, y la menor respuesta se observó en el lote de pastoreo de Mulato II.

Debe tenerse presente que el biotipo animal también tiene influencia en las ganancias de peso; por ejemplo, en evaluaciones de la tasa de crecimiento de novillos romosinuano × cebú (R × C) y de novillos cebú comercial bajo condiciones de manejo eficiente de pasturas y de suplementación estratégica durante la época seca en el valle medio del Sinú, se obtuvieron ganancias de 0,660 y 0,728 kg/animal/d en F1 R × C y cebú, respectivamente (Torregroza et al., 2006).

En novillos *brahman* cruzados con razas criollas de romosinuano y blanco orejinegro se presentaron diferencias en la ganancia de peso entre grupos: en el

periodo de mayor precipitación ($p=0,013$), fue mayor en *brahman* × romosinuano ($0,749 \pm 0,330$ kg/animal/d), y, en el periodo de menor precipitación ($p = 0,002$), tuvo menor desempeño el cruce *brahman* × blanco orejinegro ($0,035$ kg/animal/d). Asimismo, se presentaron diferencias en la producción de forraje ($p = 0,0017$) y en la calidad nutricional de la pastura, siendo mejores en la época de mayor precipitación (Velásquez-Mosquera & Navas-Panadero, 2021).

Respecto a la evaluación de la merma sin ayuno, los valores obtenidos en el presente estudio fueron del 4,32 % y el 4,63 % en bovinos con dieta de pastoreo eficiente más suplementación y en bovinos únicamente con pastoreo eficiente, respectivamente, para la ceba ocurrida entre 2016 y 2017.

La suplementación energética aumenta la grasa de cobertura, que protege a la canal de la pérdida de agua durante la conservación en refrigeración o congelación, y esto es importante, ya que la presencia de agua influye en la sensación de jugosidad de la carne. La grasa es un factor importante de la variación del valor comercial de una canal y por ello es el criterio de calidad de clasificación de las canales, ya que el nivel de grasa influye en la terneza de la carne: las canales con más grasa sufren menos del choque de frío al entrar a las cavas de enfriamiento y tienen menos mermas, por lo que resultan más tiernas. El sistema de pastoreo con suplementación contribuye a la obtención de una canal con la cantidad de grasa necesaria para satisfacer los gustos del consumidor y la cantidad suficiente para asegurar las condiciones de conservación de la canal y sabor de la carne.

En general, la edad de los bovinos y todos los valores de peso de la canal de los animales evaluados cumplieron con los parámetros establecidos para canales cinco estrellas, según la clasificación del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), que establece una edad de 30 meses y un peso de 230 kg (Polo Triana, 2009).

Calidad de la carne

En general, el sistema de alimentación con pastoreo eficiente más suplementación mejora algunas variables de calidad, como el área del ojo del lomo, el espesor de la grasa del anca y el perfil de ácidos grasos.

En este estudio (Corpoica, 2017), se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en el ácido láurico (C12:0) y en la relación omega 6 - omega 3, siendo ambos mayores

en el grupo suplementado, con valores del 0,09 % vs. el 0,12 % y el 2 % vs. el 3,9 %, respectivamente. La mayor proporción de ácidos grasos saturados la tuvo el palmítico (C16:0), con un promedio del 26,8 %, seguido por el ácido esteárico (C18:0), con un 18,02 %. En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados, el ácido oleico (C18:1n9c) fue el que predominó, con un 30,75 %, seguido por el ácido palmitoleico (C16:1), con un 2,4 %. Y con respecto a los ácidos poliinsaturados predominantes identificados, el ácido linoleico (C18:2 n-6c) registró un 0,7 %, seguido por el ácido linolénico (C18:3 n-3 y n-6), con un 0,15 %.

En relación con el perfil de ácidos grasos, estudios previos realizados por Vásquez et al. (2002) destacan las canales provenientes de las microrregiones Sabanas, Sucre y Bolívar, en la región Caribe, por presentar una menor proporción de ácidos grasos saturados y una mayor proporción de poliinsaturados, especialmente de ácido linoleico; los valores más altos de ácidos grasos poliinsaturados totales hacen referencia a animales alimentados con las asociaciones Angleton + Braquipará, Angleton + Guinea y Angleton + Pará (Vásquez et al., 2005).

Adicionalmente, el promedio general de resistencia al corte de los animales de la raza cebú fue de $3,27 \pm 1,24$ kgf, aunque se destacó una mayor terneza, de $3,05 \pm 1,4$ kgf, en las muestras de carne de animales que pastaron en praderas de pasto Estrella (Corpoica, 2017).

Análisis económico

Con los indicadores técnicos se definieron las ventajas económicas de las tecnologías, mediante el análisis de los costos (variables y fijos) y los ingresos del sistema de producción, en cada ciclo productivo (Martínez-Reina, 2013; Quijandria et al., 1990), comparando dos situaciones: una que incluye suplemento y otra que no lo incluye (tabla 11).

De esta forma, se demostraron las ventajas económicas que conllevó pasar del sistema de pastoreo eficiente no suplementado a uno suplementado, pues se presentó una disminución en los costos por un valor de COP \$153.053. Igualmente, el costo unitario de producción presentó una reducción de COP \$3,3 cuando se usó el suplemento. Los ingresos netos presentaron un incremento de COP \$670.454,8, atribuible al uso del sistema de pastoreo eficiente con suplemento. Hasta el momento, las ventajas económicas se fundamentan más en el aumento de los rendimientos, diferencia

que se explica por la mayor producción por hectárea y por el mayor precio de venta del kilogramo de peso vivo (bonificación obtenida especialmente con animales suplementados), debido a que son animales más homogéneos y con un mayor rendimiento en canal que en la reducción de los costos. El beneficio económico del manejo eficiente del pastoreo más la suplementación será mayor en la medida que se aumente la producción individual y por área, se reduzcan los precios de los subproductos de oleaginosas en la región y las plantas de sacrificio reconozcan un mejor precio por calidad de producto, situación que se espera que ocurra pronto con la inauguración de la procesadora de palma de aceite en Montería, con el aumento de las exportaciones y con el fortalecimiento de la cadena de la carne.

Tabla 11. Análisis económico de las cebas realizadas durante los años 2015-2017

Dieta	Costos directos (COP/ha/año)	Inversión (COP/ha)	Costos indirectos (COP/ha/año)	Costo (COP/kg)	Costo total (COP)	Ventas (kg/año)	IB/ha/año	IN/ha/año	IN/animal/año
PES	179.172,61	2.275.384,6	393.293	2.361,48	2.847.850,2	1.205,96	5.607.703,27	2.759.853,00	919.951,00
PE	152.475,60	2.346.240,0	393.293	2.524,67	4.985.606,4	1.145,50	5.154.750,00	169.143,60	56.381,20
PES	1.375.446,00	3.715.192,2	393.293	3.421,26	5.483.931,2	1.602,89	7.628.194,24	2.144.263,00	714.754,40
PE	850.047,00	3.719.676,6	393.293	3.130,99	4.963.016,6	1.585,12	7.503.980,86	2.540.964,30	846.988,10
PES	2.515.059,00	3.669.712,2	393.293	4.072,20	6.578.064,3	1.615,32	7.301.284,63	723.220,50	241.073,50
PE	1.845.640,00	2.811.004,8	393.293	4.453,19	5.049.937,8	1.134,00	5.103.018,63	53.080,79	17.693,60
PES	1.476.274,00	4.248.300,0	393.293	3.891,01	6.117.867,0	1.572,30	7.061.658,25	943.791,25	314.597,10
PE	775.348,00	4.248.300,0	393.293	3.650,50	5.416.941,0	1.483,89	6.543.062,44	1.126.121,40	375.373,80
Prom. PES	1.386.488,00	3.477.147,3	393.293	3.436,51	5.256.928,2	1.499,12	6.899.710,10	1.642.782,00	547.594,00
Prom. PE	905.877,66	3.281.305,4	393.293	3.439,83	5.103.875,5	1.337,13	6.076.202,98	972.327,52	324.109,20
Prom. A	1.146.182,80	3.379.226,3	393.293	3.438,17	5.180.401,8	1.418,12	6.487.956,54	1.307.554,70	435.851,60
Prom. R	312.045,80	1.479.986,0			1.792.031,8	508,39	2.176.964,52	384.932,72	331.838,60
PES-R	1.074.442,10	1.997.161,3	393.293	—	3.464.896,4	990,72	4.722.745,58	1.257.849,20	215.755,40
PE-R	593.831,85	1.801.319,4	393.293	3.439,83	3.311.843,7	828,73	3.899.238,46	587.394,80	-7.729,38
A-R	834.136,98	1.899.240,3	393.293	3.438,17	3.388.370,0	909,72	4.310.992,02	922.622,02	104.013,00

PES: pastoreo eficiente más suplementación; PE: pastoreo eficiente; Prom. PES: datos promedio de las cuatro cebas con pastoreo eficiente más suplementación; Prom. PE: datos promedio de las cuatro cebas con pastoreo eficiente; Prom. A: datos promedio de las dos tecnologías de AGROSAVIA; Prom. R: datos promedio de la producción regional; PES-R: diferencia entre tecnología de pastoreo eficiente con suplementación y la regional; PE-R: diferencia entre tecnología de pastoreo eficiente y la regional; A-R: diferencia entre los indicadores productivos de las tecnologías de AGROSAVIA y los datos regionales; IB: ingreso bruto; IN: ingreso neto.

Fuente: Elaboración propia con base en Corpoica (2017)

Conclusiones

Cuando se mejora el manejo de la alimentación de bovinos en pastoreo mediante la implementación de sistemas de pastoreo eficientes y suplementación con concentrados energéticos y proteicos, en las condiciones del Medio y Alto Sinú, durante las fases de crecimiento y terminación, se contribuye a mejorar el estado nutricional de los animales, reducir la edad al sacrificio y aumentar tanto la calidad del producto final como la productividad y los ingresos de los sistemas ganaderos.

Los bovinos que recibieron suplementación energético-proteica en el potrero obtuvieron canales un 10,5 % más pesadas que aquellos que estuvieron en pastoreo únicamente y sin suplementación.

Las propuestas tecnológicas desarrolladas por AGROSAVIA permiten la obtención de un producto de calidad que garantiza la comercialización en la planta de sacrificio y evita la intermediación, pues esta reduce el precio al productor y afecta negativamente la calidad del producto.

El uso de la tecnología con suplementación alimentaria prepara el sector para la comercialización de un producto de calidad, asegurando a las empresas su permanencia en el negocio ganadero, ya que las exigencias de calidad del producto por parte del cliente son cada vez mayores; de igual manera, da la oportunidad de gestionar en la cadena de la carne mejores precios por calidad y aumentar la rentabilidad, promoviendo el desarrollo ganadero regional.

Referencias

- Ávila, R., Ferrando, C., Brunello, G., & Vera, C. (2017). Efecto del nivel y frecuencia de suplementación energético-proteico en la ganancia de peso de bovinos pastoreando forraje de baja calidad. En A. Pasinato, G. Grigioni, & M. Alende (Eds.), *Producción bovinos para carne (2013-2017). Programa Nacional de Producción Animal. Alimentación de bovinos para carne* (pp. 269-272). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_produccion_bovinos_para_carne.pdf
- Cajas-Girón, Y. S., Barragán Hernández, W. A., Arreaza-Tavera, L. C., Argüelles-Cárdenas, J., Amézquita-Collazos, E., Abuabara-Pérez, Y., Panza-Tapia, B., & Lascano-Aguilar, C. (2012). 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. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 213-218. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v13n2/v13n2a13.pdf>
- Cajas-Girón, Y. S., Martínez, J., Sánchez, C., & Panza, B. D. (2004). *Desarrollo e implementación de estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y sostenibilidad de sistemas ganaderos de doble propósito en las sabanas de Córdoba y Sucre* [Documento de Trabajo n.º 4]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Castañeda Serrano, R. D., & Peñuela Sierra, L. M. (2010). Ácidos grasos en la carne bovina: confinamiento vs. pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/122-acidos_grasos.pdf
- Clasificación de los alimentos. (s.f.). http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/digestiv/fii4.htm
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Cadena-Tórres, J., Novoa-Yanez, R.-S., & Tamara-Morelos, R. (2020). Una evaluación de las propiedades fisicoquímicas de suelo en sistema productivo de maíz - algodón y arroz en el Valle del Sinú en Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1375>

- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (cvs). (s.f.). Cobertura geográfica. <https://cvs.gov.co/cobertura-geografica/>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2017). Tres recomendaciones de manejo nutricional para mejorar la producción y calidad de carne y leche en ganaderías del Caribe Húmedo [Informe final interno].
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán). (s.f.). Fichas de caracterización departamental. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán), & Fondo Nacional del Ganado (FNG). (2014). Foro Ganadería Regional Visión 2014-2018. Córdoba. Resúmenes y conclusiones. <https://www.google.com/search?q=Bases+para+el+Plan+de+acci%C3%B3n+de+C%C3%B3rdoba.+Foro+Ganader%C3%ADa+Regional+visi%C3%B3n+2014-2018+C%C3%B3rdoba&oq=Bases+para+el+Plan+de+acci%C3%B3n+de+C%C3%B3rdoba.+Foro+Ganader%C3%ADa+Regional+visi%C3%B3n+2014-2018+C%C3%B3rdoba&aqs=chrome..69i57j310j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>
- Ferrando, C., Namur, P., Burghi, V., & Berone, G. (2000). Efecto de la asignación forrajera y suplementación sobre la ganancia de peso de vaquillonas pastoreando *buffel grass* diferido. *Revista Argentina de Producción Animal*, 20(1), 67-68.
- Flórez Díaz, H., León Llanos, L. M., Ballesteros, H., Castañeda, S., Moreno, E., Martínez, G., Torres, J. C., & Peña, F. (2015). Calidad de la carne de bovinos criollos y europeos y sus cruces con cebú en las condiciones de la Orinoquia colombiana. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal (AICA)*, 6, 381-387. <https://doaj.org/article/881c46eea34a4bbe8a1433666618bcec>
- Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N., & Overton, T. R. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*, 112(1-4), 29-78. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006>
- Franco, L. H., Calero, D., & Durán, C. (2006). *Manejo y utilización de forrajes tropicales multipropósito. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8429/9789584411754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fruet, A. P. B., Trombetta, F., Stefanello, F. S., Speroni, C. S., Donadel, J. Z., De Souza, A. N. M., Rosado Júnior, A., Tonetto, C. J., Wagner, R., De Mello, A., & Nörnberg, J. L. (2018). Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 140, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.008>
- Gama, L. T., Bressan, M. C., Rodrigues, E. C., Rossato, L. V., Moreira, O. C., Alves, S. P., & Bessa, R. J. B. (2013). Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. *Meat Science*, 93(1), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.005>
- González-Quintero, R., Sánchez-Pinzón, M. S., Bolívar-Vergara, D. M., Chirinda, N., Arango, J., Pantévez, H. A., Correa-Londoño, G., & Barahona-Rosales, R. (2020). Technical and environmental characterization of Colombian beef cattle-fattening farms, with a focus on farm size and ways of improving production. *Outlook on Agriculture*, 49(2), 153-162. <https://doi.org/10.1177/0030727019884336>
- Guerrero, A., Velandia Valero, M., Campo, M. M., & Sañudo, C. (2013). Some factors that affect ruminant meat quality: From the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(4), 335-347. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i4.21756>
- Henchion, M. (2014). Meat marketing. Market requirements and specifications. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2, 231-235. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384731-7.00243-9>
- Hocquette, J. F., Renand, G., Levéziel, H., Picard, B., & Cassar-Malek, I. (2005). Genetic effects on beef meat quality. En British Society of Animal Science (Ed.), *The science of beef quality* (pp. 13-20). https://www.agrireseau.net/bovins-boucherie/documents/BQ_May05p.pdf
- Holdridge, L. R. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2021). Censo Pecuario año 2021. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20bovina%20en%20el,4%25%2C%20respecto%20a%202020>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), & Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). (2015). *Síntesis. Estudio Nacional de la Degradación de Suelos por Erosión en Colombia 2015*. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>

- Kopuzlu, S., Esenbuga, N., Onenc, A., Macit, M., Yanar, M., Yuksel, S., Ozluturk, A., & Unlu, N. (2018). Effects of slaughter age and muscle type on meat quality characteristics of Eastern Anatolian Red bulls. *Archives Animal Breeding*, 61(4), 497-504. <https://doi.org/10.5194/aab-61-497-2018>
- Martínez-Reina, A. (2013). Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 165-185. https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_num2_art:406
- Mejía Kerguelén, S., Suárez Paternina, E., Martínez Atencia, J., Atencio Solano, L., Sánchez López, D., Pérez García, J. E., Cuadrado Capella, H., Rodríguez Vitola, J. L., Aguayo Ulloa, L., Mayorga Mogollón, O., Martínez Reina, A., Tapia Coronado, J. J., Mestra Vargas, L., Pérez Pazos, J., Garrido Pineda, J., Fernández Niño, J. C., Doria Ramos, M., Paternina Paternina, Y., Ibañez Miranda, K., ... Mancipe Muñoz, E. (2019). *Modelo productivo de carne bovina en la región Caribe colombiana*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35646/35646.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Mejía-Kerguelén, S., Tapia-Coronado, J. J., Atencio-Solano, L. M., & Cadena-Torres, J. (2019). Producción y calidad nutricional del forraje del sorgo dulce en monocultivo e intercalado con maíz y frijol. *Pastos y Forrajes*, 42(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269161217006>
- Mestra, L., Sierra, A., Ariza, C., & Mayorga, O. (2019, 4-8 de agosto). *Methane emissions in response to supplementation in beef-cattle fed a tropical grass-based in Colombian Caribbean* [presentación en conferencia]. 7th GGAA Greenhouse Gas and Animal Agriculture Conference, Cataratas del Iguazú, Brasil.
- Mestra-Vargas, L. I., Barragán-Hernández, W. A., Medina-Herrera, D. A., & Flórez-Díaz, H. (2020). Evaluación técnico-económica de la frecuencia de suplementación de novillos en pastoreo en Córdoba, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 353-366. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v31i2.38389>
- Mestra-Vargas, L. I., Reza-García, S., Ramírez-Toro, E. J., & Medina-Herrera, D. (2020). Desempeño de tres grupos raciales de novillos suplementados con subproductos agroindustriales en pastoreo. *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 51-74. <https://doi.org/10.15517/nat.v14i2.43767>
- Mojica-Rodríguez, J. E., & Burbano-Erazo, E. (2020). Efecto de dos cultivares de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) en la producción y composición de la leche bovina. *Pastos y Forrajes*, 43(3), 177-183. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000300177

- Munari Escarela, C., Pietroski, M., De Mello Prado, R., Silva Campos, C. N., & Caione, G. (2017). Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). *Acta Agronómica*, 66(1), 42-48. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v66n1.53420>
- National Research Council (NRC). (2000). *Nutrient requirements of beef cattle*. <https://www.nap.edu/catalog/9791/nutrient-requirements-of-beef-cattle-seventh-revised-edition-update-2000>
- Oliveira, R. L., Leão, A. G., De Abreu, L. L., Teixeira, S., & Silva, T. M. (2013). Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, 15(2), 141-160. <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p141-160>
- Polo Triana, J. M. (2009). *Manual de procedimientos para la clasificación de canales bovinos en el Frigorífico Vijagual S. A. con base a lo estipulado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA [práctica de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]*. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7415/1/2018_manual_procedimientos_clasificacion.pdf
- Quijandria, B., Agreda, V., Escobal, J., & Twanama, W. (1990). *Análisis dinámico de pequeñas fincas en cuatro regiones del Perú: aspectos metodológicos*. Rimisp.
- Schönfeldt, H. C., & Strydom, P. E. (2011). Effect of age and cut on tenderness of South African beef. *Meat Science*, 87(3), 206-218. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.10.011>
- Tapasco, J., LeCoq, J. F., Ruden, A., Rivas, J. S., & Ortiz, J. (2019). The livestock sector in Colombia: Toward a program to facilitate large-scale adoption of mitigation and adaptation practices. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, artículo 61. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00061>
- Tapia-Coronado, J. J., Atencio-Solano, L. M., Mejía-Kerguelén, S. L., Paternina-Paternina, Y., & Cadena-Torres, J. (2019). Evaluación del potencial productivo de nuevas gramíneas forrajeras para las sabanas secas del Caribe en Colombia. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 45-60. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i2.37943>
- Torregroza, L., Cuadrado, H., & Pérez, J. (2006). Producción de carne en novillos fl romo-cebú con pasto angletón (*Dichanthium aristatum*) ensilajes y suplementos en el valle del Sinú. *Revista mvz Córdoba*, 11(2), 825-829. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69311207>
- Torregroza, L., Reza, S., Suárez, E., Espinosa, M., Cuadrado, H., Pastrana, I., Mejía, S., Jiménez, N., & Abuabara, Y. (2015). Producción de carne en pasturas irrigadas y fertilizadas de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II en el valle del Sinú. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 131-138. <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/391/308>

- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2021). *Plan de ordenamiento productivo. Análisis prospectivo de la cadena productiva cárnica bovina. Versión 2*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). https://www.upra.gov.co/documents/10184/166404/20210312_DT_AnalisisProspectivo_Carne_V2%281%29.pdf/8f5a2db3-1d02-464b-9161-4c5ef9c5b145
- Vásquez, R., Díaz, T. E., Pulido, J. I., Tarazona, G., Echeverri, J., Abuabara, Y., Onofre, G., Martínez, R., Plaza, J., Abadía, B., Arreaza, C., Cardozo, J., Ballesteros, H. H., Nivia, A., Rivero, T., & Acosta, M. (2002). *Producción de carne bovina de alta calidad en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2201>
- Vásquez, R., Pulido, J. I., Abuabara, Y., Martínez, R., Abadía, B., Arreaza, L. C., Silva, J., Sánchez, L. E., Ballesteros, H. H., Muñoz, C., Rivero, T., Nivia, A., & Barrera, G. (2005). *Patrones tecnológicos y calidad de la carne bovina en el Caribe colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13528?locale-attribute=en&>
- Velásquez-Mosquera, J. C., & Navas-Panadero, A. (2021). Evaluación productiva de novillos cebú cruzados con razas criollas BON y Romo en el Piedemonte llanero. *Revista de Medicina Veterinaria*, (42). <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss42.8>
- Viloria, J. (2004). La economía del departamento de Córdoba: ganadería y minería como sectores clave. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, (51). <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-51.pdf>
- Wu, G. (2018). *Principles of animal nutrition*. CRC Press.

Reconocimientos de arbitraje 2021

AGROSAVIA expresa el mayor reconocimiento y agradecimiento a los pares evaluadores de los libros publicados en la Colección Transformación del Agro, cuyas observaciones, sugerencias y comentarios contribuyeron a incrementar ostensiblemente su calidad científica y editorial.

Carmen Rosa Bonilla Correa, MSc

Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), Facultad de Ciencias Agrarias, Colombia

Breno Augusto Sosa Rodrigues, PhD

Universidad Nacional Autónoma de Honduras
(Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico), Honduras

Gustavo Adolfo Ligarreto Moreno, PhD

Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), Colombia

Johana Carolina Soto Sedano, PhD

Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), Colombia

Marlon Javier Méndez Sastoque

Universidad de Caldas, Colombia

Leneidy Pérez Pelea, PhD

Universidad de La Habana, Cuba

Hans Thielin Castro Salazar, PhD

Corporación Universitaria del Huila, Colombia

Rómulo Bañuelos-Valenzuela, PhD

Universidad de Colima, México

José Andrés Nasca, Dr.

Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido, Argentina

Julia Sánchez Gómez, PhD

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (Ciatej), México

Carlos Alberto Hernández Medina, MSc

Centro Universitario Municipal Camajuaní
Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba

Andrés Álvarez Soto, MSc

Universidad de Córdoba, Colombia

Hernando Rivera Jiménez, PhD

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Brasil

Edith González Salazar, MSc

Universidad del Tolima, Colombia

José Antonio Yam Tzec, PhD

Universidad del Papaloapan, México

Mildrey Soca Pérez, PhD

Estación Experimental de Pastos y Forrajes
Indio Hatuey, Cuba
Maribel Ramírez Villalobos, PhD
Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela

J. Reyes Altamirano Cárdenas, PhD

Ciestaam/Universidad Autónoma Chapingo, México

Alejandro F. Barrientos Priego, PhD

Universidad Autónoma Chapingo, México

Laura Patricia Gutiérrez Padierna, MSc

Corporación Universitaria Remington,
Colombia

Raúl Alberto Cuervo Mulet, PhD

Universidad San Buenaventura, Colombia

Erenio González Suárez, Dr. Cs

Universidad Central “Marta Abreu” de
Las Villas, Cuba

Yerenis Torres Cala, MSc

Universidad Central “Marta Abreu” de
Las Villas, Cuba

Juan Mattera, PhD

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Este manual presenta los principales resultados de investigación de manejo nutricional para ganaderías de levante y ceba del Caribe húmedo colombiano, basado en el manejo de las pasturas y la suplementación estratégica en pastoreo, los cuales muestran un mejoramiento de indicadores productivos como la ganancia diaria de peso, la edad y peso al sacrificio, el rendimiento en canal y la calidad de la carne. El documento se propone como instrumento de capacitación del sector primario de la cadena cárnica regional, con el fin de contribuir al cambio técnico y aumentar los ingresos de los productores, mediante una producción más estable que les permita acceder a mejores mercados. De manera simultánea, se pretende favorecer el eslabón de comercialización, que tendrá a disposición bovinos con características óptimas de la canal y la carne para las plantas de sacrificio en el mercado regional y de exportación.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@corpoica.org.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **[biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/identifiers/alias/biblioteca.agropecuaria)**

www.agrosavia.co

Distribución gratuita

Prohibida su venta



**El campo
es de todos**

Minagricultura