

Bloques multinutricionales, una alternativa de suplementación alimenticia en el trópico alto colombiano

Filadelfo Hernández Oviedo
Jhon James Borja Tintinago
Paola Andrea Portillo Lopez
David Eduardo Dorado Martínez
Álvaro Mauricio Cadena Pastrana
Edwin Castro Rincón
Claudia Patricia Villota Caicedo
Gustavo Octavio García Gómez

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Alianzas AGROSAVIA

Bloques multinutricionales, una alternativa de suplementación alimenticia en el trópico alto colombiano

Filadelfo Hernández Oviedo
Jhon James Borja Tintinago
Paola Andrea Portillo López
David Eduardo Dorado Martínez
Álvaro Mauricio Cadena Pastrana
Edwin Castro Rincón
Claudia Patricia Villota Caicedo
Gustavo Octavio García Gómez

Mosquera, Colombia, 2026

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Alianzas AGROSAVIA

Bloques multinutricionales, una alternativa de suplementación alimenticia en el trópico alto colombiano. / Filadelfo Hernández Oviedo [y otros siete] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2026.

120 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, fotografías, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-904-8

1. Ganado bovino 2. Cobaya 3. Suplemento alimentario 4. Materia prima 5. Bienestar animal
6. Procesamiento de alimentos 7. Costos de producción 8. Sostenibilidad.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
(AGROSAVIA)

Centro de Investigación Obonuco, km 5, vía Pasto-Obonuco.
Pasto, Nariño. Código postal 520001, Colombia.

Centro de Investigación Tibaitatá, Sede Central. Kilómetro 14 vía
Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Esta publicación hace parte de los resultados del proyecto
“Implementación de estrategias de vinculación y transferencia
de tecnología en la producción de cultivos forrajeros, producción
y uso de ensilaje y suplementos alimenticios, que contribuyan
a fortalecer sistemas de alimentación y producción ganadera
en diversas regiones naturales de Colombia”, convenio 2089,
financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo
Rural (MADR) y ejecutado por la Corporación Colombiana
de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Colección: Transformación del Agro

Fecha de recepción: 6 de diciembre de 2024

Fecha de evaluación: 7 de enero de 2025

Fecha de aceptación: 29 de mayo de 2025

Publicado: marzo de 2026

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Luz Ángela Uscátegui Cuellar

Ilustración: María Fernanda Riascos

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Citación sugerida: Hernández Oviedo, F., Borja Tintinago, J.,
Portillo López, P. A., Dorado Martínez, D., Cadena Pastrana,
A. M., Castro Rincón, E., Villota Caicedo, C., & García Gómez,
G. O. (2026). *Bloques multinutricionales, una alternativa de
suplementación alimenticia en el trópico alto colombiano*.
Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria (AGROSAVIA). [https://doi.org/10.21930/agrosavia.
manual.7409048](https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7409048)

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable
de las opiniones y de la 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, declarando en este último supuesto que cuentan
con la debida autorización de terceros para su publicación.
Igualmente, expresan 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
vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: (+57) 601 914 4677

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



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

Contenido

Los autores	15
Agradecimientos	21
Presentación	23
Introducción	25
Objetivo del manual	27
Recomendaciones de uso del manual	29

Capítulo I

Los bloques multnutricionales	31
Qué son los bloques multnutricionales	31
Para qué sirven los bloques multnutricionales	33
Tipos de bloques multnutricionales	34

Capítulo II

Elaboración de bloques multnutricionales	37
Materias primas, insumos, materiales y equipos	38
Materias primas-forrajes	40
Otras materias primas	56
Equipos y herramientas	60
Fórmulas de bloques multnutricionales para bovinos y cuyes	65
Paso a paso de elaboración de los BMN	68
Alistamiento	69
Mezclado de insumos en harinas	69
Prueba de dureza	71
Prensado	72
Conservación y almacenamiento	73

Recomendaciones de uso	74
Prototipos de prensas para elaboración de BMN	75
Costos de elaboración de BMN	83
Costos de producción de BMN para bovinos	83
Costos de producción de BMN para cuyes	89

Capítulo III

Experiencias de uso de los bloques multinutricionales	97
Experiencias del uso de BMN en la dieta de bovinos	97
Experiencias del uso de BMN en la dieta de cuyes	99
Glosario	103
Referencias	107





Lista de figuras

Figura 1	Bloque multinutricional para ganado bovino (izquierda) y cuyes (derecha)	32
Figura 2	Suministro de BMN a ganado bovino.	33
Figura 3	Deshidratación solar directa de material forrajero	38
Figura 4	Deshidratador solar de tres bandejas para forrajes	39
Figura 5	Colla negra	40
Figura 6	Botón de oro	42
Figura 7	Acacia amarilla	44
Figura 8	Sauco blanco	46
Figura 9	Cultivo de haba	48
Figura 10	Cultivo de calabaza	50
Figura 11	Chilca	51
Figura 12	Aliso	53
Figura 13	Alfalfa	54
Figura 14	Nabo de campo	55
Figura 15	Melaza	57
Figura 16	Urea	57
Figura 17	Fibras vegetales	58
Figura 18	Azufre	59
Figura 19	Sales minerales	59
Figura 20	Cal	60
Figura 21	Molino de martillos con tamiz	61
Figura 22	Mezcladora horizontal de 50 kg	62
Figura 23	Mezcla manual de ingredientes	62
Figura 24	Prensa tipo CIMVA para la elaboración de BMN	63

Figura 25	Balanza colgante digital (izquierda); gramera digital (derecha)	64
Figura 26	Paso a paso de la elaboración de BMN	69
Figura 27	Pesaje de materias primas	70
Figura 28	Mezcla manual de BMN	70
Figura 29	Prueba de puño	71
Figura 30	Compactación del BMN con el uso de una prensa tipo CIMVA	72
Figura 31	Compactación de BMN en balde de construcción	73
Figura 32	Bloques multinutricionales almacenados y empacados en plástico	74
Figura 33	Prueba de cafetería de BMN a ganado bovino	75
Figura 34	Prensa para la elaboración de BMN	76
Figura 35	Despiece de la prensa artesanal de madera	77
Figura 36	Modelo de prensa artesanal de madera	78
Figura 37	Descripción de piezas de la prensa para elaboración de BMN para cuyes	79
Figura 38	Detalle de las piezas de la prensa artesanal para cuyes	80
Figura 39	Prototipo de prensa para elaboración de BMN para cuyes	81
Figura 40	Operación de la prensa artesanal de BMN para cuyes	82

Lista de tablas

Tabla 1	Valor nutricional de la colla negra	41
Tabla 2	Valor nutricional del botón de oro	43
Tabla 3	Valor nutricional de la acacia amarilla	45
Tabla 4	Valor nutricional del sauco blanco	47
Tabla 5	Valor nutricional del haba	49
Tabla 6	Valor nutricional de la hoja de calabaza	51
Tabla 7	Valor nutricional de la chilca	52
Tabla 8	Valor nutricional del aliso	53
Tabla 9	Valor nutricional de la alfalfa	55
Tabla 10	Tabla nutricional del nabo forrajero	56
Tabla 11	Niveles de inclusión de las materias primas para la elaboración de BMN para rumiantes	66
Tabla 12	Fórmulas de BMN para ganadería de leche	67
Tabla 13	Fórmulas de BMN para cuyes	68
Tabla 14	Costos de mano de obra de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	84
Tabla 15	Costos de insumos agropecuarios de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	85
Tabla 16	Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	86
Tabla 17	Costos consolidados de 30 BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	86

Tabla 18	Costos de mano de obra de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	87
Tabla 19	Costos de insumos agropecuarios de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	88
Tabla 20	Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	88
Tabla 21	Costos consolidados de 30 BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	89
Tabla 22	Costos de mano de obra de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	90
Tabla 23	Costos de insumos agropecuarios de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	91
Tabla 24	Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	91
Tabla 25	Costos consolidados de 10 BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (<i>Smallanthus pyramidalis</i> [Triana] H. Rob.)	92
Tabla 26	Costos de mano de obra de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	92
Tabla 27	Costos de insumos agropecuarios de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	93
Tabla 28	Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	93
Tabla 29	Costos consolidados de producción de 10 BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya	94





Los autores

Filadelfo Hernández Oviedo

fhernandez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1549-4926>

Zootecnista de la Universidad de Sucre, con experiencia en manejo de pastos y forrajes, procesos de implementación y evaluación, nutrición y suplementación estratégica en sistemas de producción de ganado bovino del trópico alto, manejo y evaluación de nuevas especies forrajeras y establecimiento de sistemas silvopastoriles del trópico bajo y alto. Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Obonuco.

Jhon James Borja Tintinago

jborja@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5576-0280>

Ingeniero agropecuario de la Universidad del Cauca, con especialización técnica en alimentación alternativa para animales de granja. Cuenta con experiencia en procesos de suplementación estratégica y procesos de agroecología y economía circular en sistemas productivos de trópico bajo, medio y alto. Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Obonuco.

Paola Andrea Portillo López

pportillo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1189-9173>

Zootecnista y MSc en Ciencias Agrarias de la Universidad de Nariño. Cuenta con experiencia en trabajo de campo con grandes y pequeños animales y procedimientos de mejoramiento de la calidad de los sistemas de producción pecuarios, en especial en cuanto a manejo de pastos, forrajes y nutrición animal. También ha desarrollado investigaciones en validación y ajuste de opciones tecnológicas agropecuarias relacionadas con el uso y manejo de nuevas especies forrajeras, estrategias para el fortalecimiento y soporte de la cadena de valor láctea de Colombia, implementación y evaluación de sistemas de alimentación y suplementación estratégica e innovaciones de pequeños agricultores en la cadena de valor del cuy (*Cavia porcellus*). Actualmente, se desempeña como investigadora máster adscrita a la Red de Ganadería de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Obonuco.

David Eduardo Dorado Martínez

dedorado@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-8350-8021>

Economista de la Universidad de Nariño, especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Cauca y MSc en Economía y Finanzas de la Universidad Arturo Prat de Chile. Cuenta con experiencia en gestión de proyectos agropecuarios, evaluación económica e impacto de procesos de innovación agropecuaria. En la actualidad, se desempeña como profesional de desarrollo de negocios de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Obonuco.

Álvaro Mauricio Cadena Pastrana

amcadena@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3836-5171>

Ingeniero agroforestal de la Universidad de Nariño y maestrante en Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Costa Rica. Cuenta con experiencia en procesos de investigación participativa, extensión rural, servicios ecosistémicos, adopción e impacto de tecnologías agropecuarias y turismo rural. Se ha desempeñado como docente e investigador de la Universidad de Nariño y en la actualidad se desempeña como profesional de transferencia de tecnología de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Obonuco.

Edwin Castro Rincón

ecastro@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9841-8242>

Zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia. MSc y PhD en Ciencias de la Producción Animal con énfasis en nutrición de rumiantes de la Universidad Nacional de Colombia. Cuenta con experiencia de más de 14 años en AGROSAVIA, en las áreas de evaluación de pasturas en ganadería doble propósito y lechería especializada del trópico alto, integración de leguminosas y sistemas silvopastoriles en sistemas ganaderos, producción de bovinos de leche en ajuste y validación de sistemas de producción de leche basados en pasturas, así como en la conservación de bancos de germoplasma de las razas ovinas criolla y mora. Estuvo en el grupo que desarrolló y liberó la variedad de avena forrajera Agrosavia Altoandina para los sistemas ganaderos del trópico alto de Colombia. Actualmente es investigador PhD Senior adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Claudia Patricia Villota Caicedo

cvillota@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9677-7716>

Ingeniera agroindustrial de la Universidad de Nariño, MSc en Desarrollo Rural de la Pontificia Universidad Javeriana y candidata a doctora en Ciencias Naturales para el Desarrollo de la Universidad Nacional, el Instituto Tecnológico y la Universidad Nacional a Distancia. Cuenta con experiencia en la aplicación de componentes de innovación en procesos de generación de valor agregado de productos agropecuarios, diseño de estrategias integrales de desarrollo territorial, fortalecimiento empresarial de organizaciones comunitarias y procesos de investigación participativa, transferencia de tecnología y gestión del conocimiento. Actualmente se desempeña como investigadora máster adscrita a la Red de Innovación de Hortalizas y Aromáticas y al Departamento de Mercadeo y Transferencia de Tecnología de AGROSAVIA, Sede Central.

Gustavo Octavio García GómezOrcid: <https://orcid.org/0000-0002-7247-450X>

Zootecnista con estudios de Posgrado en Nutrición Animal de la Universidad Politécnica de Madrid. Cuenta con experiencia de más de 25 años en AGROSAVIA, en las áreas de nutrición estratégica animal, procesos de cooperación y transferencia y validación de tecnologías pecuarias. Así mismo, se ha desempeñado en diversos cargos investigativos y administrativos en diversas áreas de AGROSAVIA. Actualmente es investigador PhD jubilado de la Corporación.





Agradecimientos

Los autores agradecen principalmente a todos los productores campesinos e indígenas y a los asistentes técnicos y extensionistas agropecuarios (ATEA) que participaron en el proyecto en los municipios de Potosí, Ipiales, Tangua, La Cruz y Pasto, departamento de Nariño, y en los municipios de San Francisco y Sibundoy, departamento de Putumayo, quienes, a partir del compartir de sus conocimientos y experiencias, aportaron elementos significativos para la validación y ajuste de la tecnología de elaboración de bloques multinutricionales para uso de bovinos y cuyes, así como a los procesos de gestión del conocimiento reflejados en este manual.

De igual manera, al personal técnico y administrativo adscrito al proyecto “Implementación de estrategias de vinculación y transferencia de tecnología en la producción de cultivos forrajeros, producción y uso de ensilaje y suplementos alimenticios, que contribuyan a fortalecer sistemas de alimentación y producción ganadera en diversas regiones naturales de Colombia”, convenio 2089, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que facilitó el trabajo colaborativo con las organizaciones de productores participantes.

A la Editorial AGROSAVIA, cuyas observaciones y sugerencias facilitaron la mejora de los contenidos desarrollados en el manuscrito.



Presentación

En el cumplimiento de su propósito superior, “Transformar de manera sostenible el sector agropecuario colombiano con el poder del conocimiento para mejorar la vida de productores y consumidores”, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) pone a disposición del lector el manual *Bloques multinutricionales, una alternativa de suplementación alimenticia en el trópico alto colombiano*, una herramienta divulgativa del proceso de investigación y construcción colaborativa de conocimientos y tecnologías frente a la elaboración, uso y manejo de bloques multinutricionales con productores agropecuarios del suroccidente colombiano, especialmente en el trópico alto de los departamentos de Nariño y Putumayo, con quienes se trabajaron los componentes de suplementación estratégica, elaboración de bloques e incorporación de la tecnología a especies pecuarias mayores y menores (cuyes).

El propósito de este manual, dirigido a los ATEA, la academia, los productores y demás actores de la cadena de valor láctea y cuyícola de la región, es contribuir al manejo integral de elementos conceptuales y metodológicos en cuanto al uso y aprovechamiento de la tecnología de suplementación animal como estrategia de respuesta frente a eventos adversos, tales como eventos climáticos extremos o baja disponibilidad de insumos externos, entre otros, así como buscar el uso integral de insumos locales de las fincas para aportar a la consolidación de sistemas de innovación agropecuarios más resilientes y sostenibles.

En ese sentido, el manual se ha estructurado en tres capítulos generales: i) conceptos claves para la comprensión del uso y manejo de los bloques multinutricionales, ii) elaboración y aprovechamiento de bloques multinutricionales: materias primas, herramientas y equipos, prototipos y costos asociados, y iii) experiencias de uso de los bloques en las dietas de especies mayores y menores.

Como autores, esperamos que este manual sea un material de fácil consulta y apropiación para todos los actores de las cadenas pecuarias, en especial, para asistentes técnicos y extensionistas agropecuarios, productores, organizaciones y tomadores de decisiones del trópico alto, que puedan poner en práctica esta tecnología, transmitirla en jornadas de actualización tecnológica, innovar con nuevos aportes y experiencias y consolidar procesos de suplementación estratégica en sus unidades productivas.

Introducción

Colombia es un país complejo, entendido desde la megadiversidad de sus ecosistemas y culturas, lo que conlleva una amplia gama de climas, especies, modos de producción y contextos socioambientales dentro de su territorio, lo cual, a su vez, define la aplicación de diferentes prácticas y tecnologías adaptadas a las actividades agropecuarias que se encuentran en constante dinamismo y representan diferentes retos desde la innovación (Carrizosa, 2014).

Una región bastante peculiar, y a la cual nos vamos a referir en especial, es el trópico alto colombiano, comprendido en el marco de este manual como aquellos agroecosistemas ganaderos por encima de los 2.200 m s. n. m. que presentan un fuerte relacionamiento con ecosistemas estratégicos como páramos y bosques altoandinos, principales proveedores de servicios ecosistémicos como el agua y la regulación de diferentes ciclos naturales del aire, el suelo y la biodiversidad. La variabilidad climática y la dependencia de insumos externos para su quehacer productivo están entre las principales amenazas que este agroecosistema presenta (Andrade et al., 2018; Cardona-Iglesias et al., 2022). En consecuencia, las actividades pecuarias en el trópico alto colombiano pueden llegar a presentar una serie de limitantes asociadas a la disponibilidad de oferta forrajera, lo cual conllevando una pérdida gradual de competitividad y sostenibilidad a mediano y largo plazo debido principalmente al incremento de costos de producción y un bajo rendimiento productivo.

Una alternativa de solución a dichas problemáticas puede ser la suplementación estratégica animal, representada en la producción de ensilaje, sistemas silvopastoriles y bloques multinutricionales, entre otras. Estas actividades, además de ser tecnologías de adaptación a los procesos de variabilidad climática, pueden contribuir a suplir los costos de producción de la leche y la carne del cuy, ya que incorporan y valoran recursos locales ya existentes, que están disponibles en la biodiversidad de las fincas, y aplican los principios de la multifuncionalidad de la ganadería, la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional y la economía circular (Cardona-Iglesias et al., 2022; Escobar et al., 2022; Palma-García & Cruz-Uribe, 2020).

De igual manera, los procesos de innovación desde el componente de investigación participativa con comunidades rurales cobran una importancia de valor significativo, ya que permiten dar respuesta a necesidades territoriales y valorar experiencias piloto de trabajo conjunto, y se orientan como soporte a los subsistemas de extensión agropecuaria y la consolidación de sistemas territoriales de producción desde los principios de competitividad y sostenibilidad (Ley 1876, 2017).

Objetivo del manual

Este manual tiene como propósito orientar al lector sobre la elaboración y uso de la tecnología de bloques multinutricionales como alternativa de suplementación estratégica en sus unidades productivas pecuarias del trópico alto, una medida de adaptación a la variabilidad climática que conlleva la baja oferta forrajera en ciertas épocas del año en la región, así como facilitar posibles estrategias de autoconsumo y emprendimientos rurales con el aprovechamiento sostenible de la agrobiodiversidad.



Recomendaciones de uso del manual

Para una mejor comprensión y uso de este manual, se sugiere tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Este es un material de referencia principalmente para asistentes técnicos y extensionistas agropecuarios, así como para productores y organizaciones, que busca presentar contenidos comprensibles y adaptables al contexto de cada una de las regiones en donde se consulte para priorizar el aprovechamiento de materias primas locales en su finca o región, optimizar los costos de producción y facilitar la cadena de abastecimiento y distribución.
- Es también un material de consulta para tomadores de decisiones a nivel territorial, en donde se busca sensibilizar sobre las bondades de las tecnologías de suplementación estratégica frente a los procesos actuales de variabilidad climática y dependencia de insumos externos que vivimos en la actualidad, y donde estos procesos pueden ser una de las muchas alternativas de resiliencia y recuperación de agroecosistemas productivos ganaderos.
- El manual presenta parte de la experiencia adquirida en la elaboración de bloques en los centros de investigación y las jornadas participativas con productores, por lo cual es una guía dinámica que puede ser ajustada con base en la experiencia y las condiciones de cada lector y su territorio. Como autores, agradecemos sus observaciones y la retroalimentación de experiencias, con el fin de actualizar y nutrir los conocimientos y prácticas en torno a esta tecnología de suplementación estratégica animal.



Capítulo I

Los bloques multinutricionales

Para abordar el uso y manejo de los bloques multinutricionales (BMN) en la ganadería, primero es necesario comprender la funcionalidad de estos dentro de la nutrición animal, para lo cual se realiza una breve descripción sobre qué son los BMN, para qué sirven y cuáles son los tipos de BMN que se pueden llegar a encontrar.

Qué son los bloques multinutricionales

Los bloques multinutricionales (BMN) son productos sólidos y compactos que contienen una variedad de ingredientes, como proteínas, minerales, enzimas y otros compuestos. Estos bloques se utilizan como suplementos alimenticios para animales con el propósito de complementar su dieta; sin embargo, es importante destacar que los BMN no deben considerarse como sustitutos de la alimentación convencional de las especies pecuarias, que se basa principalmente en el consumo de pastos y forrajes. Los bloques son especialmente útiles en momentos de déficit alimentario, cuando los animales pueden

requerir un aporte adicional de nutrientes para mantener su salud y rendimiento óptimos, y pueden proporcionar los elementos necesarios para suplir las deficiencias nutricionales que puedan presentarse en la alimentación habitual de los animales (Rivero et al., 2013).



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 1. Bloque multinutricional para ganado bovino (izquierda) y cuyes (derecha).

Estos bloques tienen un alto contenido de nitrógeno (que aporta a la proteína, bien sea en carne o leche), energía (necesaria para llevar a cabo los procesos metabólicos), fibra y minerales esenciales para un correcto crecimiento de los animales, aporte al bienestar animal y buen desempeño productivo, como ganancias de peso vivo, reducción en las pérdidas de peso e incremento de la calidad composicional de la leche, entre otros.

Gracias a su composición nutricional, los BMN pueden constituirse como una excelente alternativa de adaptación a la variabilidad climática o la dependencia de insumos externos, puesto que permiten asegurar que los animales reciban los nutrientes necesarios en su dieta, especialmente cuando la disponibilidad o el acceso a estos nutrientes puede ser limitado o insuficiente. Además, el uso de bloques multinutricionales puede ser una opción más económica, eficiente y sostenible en términos de reducción de costos de alimentación mediante el uso de los recursos disponibles en las fincas (Lagos et al., 2022; Rivero et al., 2013).

Para qué sirven los bloques multinutricionales

El consumo de los bloques multinutricionales (BMN) puede tener efectos benéficos en el ecosistema ruminal de los bovinos. Además, el consumo adecuado de urea puede contribuir a mejorar la flora ruminal, que incluye hongos, bacterias y protozoos, lo que a su vez tiene un impacto positivo en la fermentación ruminal. Como resultado, se estimula el consumo de forraje verde y se promueve un mayor aprovechamiento de este por parte de los animales. Así mismo, proporcionan una combinación de ingredientes nutricionales que son importantes para el funcionamiento óptimo del sistema digestivo de los rumiantes. Estos ingredientes pueden incluir proteínas, minerales, enzimas y otros compuestos que promueven una fermentación ruminal saludable (Gualoto, 2018).

En la producción de leche, se han encontrado evidencias de que el consumo de BMN incrementa su producción entre un 10 y un 25 % y aumenta el contenido de grasa de un 0,3 a un 0,5 %.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 2. Suministro de BMN a ganado bovino.

En la especie cuyícola, los BMN ayudan a incrementar los pesos al nacimiento y al destete, mejoran la condición corporal de los cuyes y reducen el tiempo de preñez de las hembras. Estos bloques presentan una textura y dureza adecuada para que los cuyes puedan consumirlos fácilmente con su lengua, lo cual permite un consumo controlado y progresivo (Gualoto, 2018; Mancheno, 2019).

Los BMN, por su forma, composición y peso, permiten además un almacenamiento fácil y compacto, un sistema de transporte y distribución eficiente, y facilitan el uso sostenible de recursos locales en las fincas. Los componentes son altamente palatables y no ocasionan residuos (Gualoto, 2018).

Tipos de bloques multinutricionales

Previo a la preparación de los bloques, es muy importante poder identificar cuáles son las demandas nutricionales de los animales, así como la oferta ambiental en el sitio en el cual se van a suministrar los BMN. Por ejemplo, en las regiones altoandinas, los pastos ofrecen buena cantidad de proteína para el ganado, pero tienen poca energía (azúcares y carbohidratos que dan fuerza y engorde), mientras que, en zonas bajas y costeras, los pastos presentan niveles de proteína bajos y con alta energía (Botero & Hernández, 1996; Tobía & Vargas, 1999).

Estas características, sumadas a las demandas nutricionales que se quieren suplir, nos permiten identificar los siguientes tipos de BMN:

- **BMN minerales:** son bloques diseñados para aportar los minerales que el suelo y los forrajes no suministran en cantidad suficiente. Para su elaboración, principalmente requieren de melaza, sal marina y minerales.
- **BMN proteicos:** el aporte de proteína para este tipo de bloques puede presentar dos orígenes: i) una proteína verdadera, consistente en proteínas de origen vegetal como leguminosas o especies arbustivas proteicas (en el caso del ganado bovino, se recomienda que el bloque tenga un contenido de proteína superior al 24 %, mientras que para los cuyes debe estar entre el 16 y el 18 %, dependiendo del crecimiento de la planta utilizada), o ii) nitrógeno no proteico, correspondiente a urea o gallinaza, por ejemplo.

- BMN energéticos: para el diseño de estos bloques, se retira la urea como materia prima que aporta la mayor cantidad de nitrógeno y se reduce la inclusión de especies con altos niveles de proteína. Los BMN que se clasifican en este grupo están orientados principalmente a la suplementación de cuyes.
- BMN terapéuticos: se diseñan con base en el uso de medicamentos preventivos o estimulantes (antibióticos, desparasitantes y probióticos, entre otros). Además de medicamentos, se pueden emplear los principios activos de algunas plantas medicinales. La dureza del bloque regula el consumo del producto terapéutico, por lo que se debe considerar balancear las cantidades al momento de elaborarlos.





Capítulo II

Elaboración de bloques multinutricionales

A continuación, se detallan los pasos necesarios para la elaboración de los BMN, partiendo desde las materias primas requeridas, en especial, la oferta forrajera con potencial para la elaboración de los BMN que ha sido identificada para el contexto del trópico alto colombiano, así como las principales herramientas equipos y requeridos, las fórmulas elaboradas y los pasos de elaboración, uso, manejo y conservación de los BMN. Adicionalmente, se presentan unas nuevas ideas en torno a prototipos de prensas y estructuras de costos en la elaboración de BMN para bovinos y cuyes, como herramientas de soporte que pueden orientar al lector hacia la toma de decisiones en sus procesos de administración de la finca o extensión agropecuaria.

Materias primas, insumos, materiales y equipos

Al momento de la elaboración de los BMN no es necesario disponer de equipos y herramientas avanzadas, puesto que gran parte del proceso puede ser realizado de forma artesanal. Tampoco es necesario invertir en muchos insumos externos como materias primas, ya que las principales se pueden cosechar de la finca y hacer aprovechamiento de su biodiversidad; sin embargo, es muy importante revisar que estas materias primas cuenten con tres características fundamentales:

1. Bajo porcentaje de humedad: los altos contenidos de humedad en las materias primas pueden dañar el BMN y acortar los tiempos de conservación y uso, con lo cual se pierde la inversión y el esfuerzo para su elaboración. Por tanto, se debe garantizar que las materias primas tengan un mínimo de humedad. Algunas de estas, como los salvados y las tortas, entre otros, ya tienen baja humedad, pero con las materias primas que se cosechen como forrajes vivos en las fincas (colla, botón de oro y tilo, entre otras especies) es necesario realizar una adecuada deshidratación con secado solar o sobre hornillas en horas de la noche, por citar algunos ejemplos.

Para la deshidratación solar, se extiende el forraje verde sobre una lona en las horas que se presente mayor radiación solar; sin embargo, se debe tener en cuenta que este método puede presentar algunos inconvenientes, como la contaminación por mascotas o daño del material por la alta humedad relativa o por las lluvias.



Foto: Ihon James Borja

Figura 3. Deshidratación solar directa de material forrajero.

También puede secarse mediante el uso de solares con plástico de invernadero, siempre y cuando el forraje verde se encuentre sobre mallas que faciliten la circulación del calor y el aire (como, por ejemplo, en el secado del café). Con este método se puede hacer un adecuado aprovechamiento vertical del espacio (hasta tres niveles).

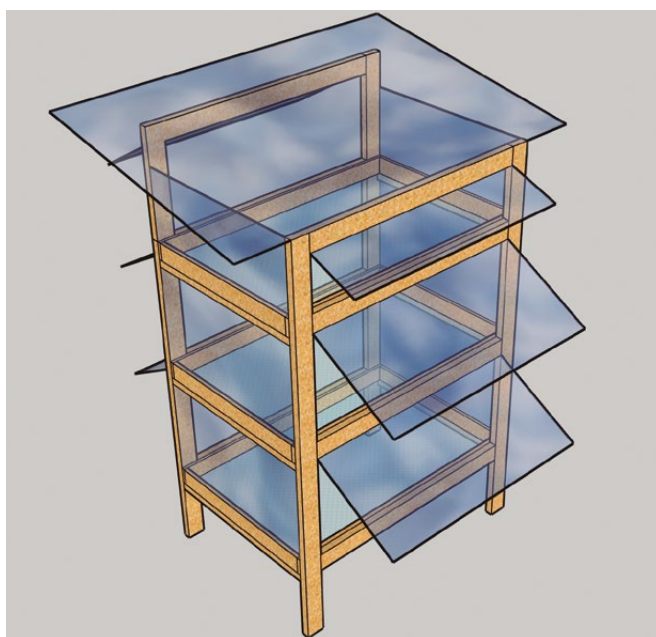


Figura 4. Deshidratador solar de tres bandejas para forrajes.

Fuente: Elaborado por Jhon James Borja

2. El tamaño de las partículas de las materias primas: las partículas reducidas facilitan una mezcla homogénea, por lo cual se recomienda moler la biomasa, preferiblemente con un molino de martillos y una malla. Inclusive algunos autores recomiendan el uso de material con fibras largas de hasta 3 cm para que se limite el consumo animal y que adicionalmente permitan “amarrar el bloque”, es decir, que tenga una adecuada resistencia para limitar el consumo de urea por parte de los animales.
3. Contenido nutricional: es importante poder establecer los fines de los BMN (a través de las fórmulas) e identificar la oferta nutricional de las especies que se van a implementar, como la materia prima para conocer sus características en cuanto a energía, nitrógeno no proteico, proteína y otros componentes esenciales para la elaboración de los bloques.

Materias primas-forrajes

A continuación, se detallan las principales especies arbustivas o forrajeras que han sido identificadas a través de diversos procesos de investigación como potenciales en el contexto del trópico alto colombiano.

Colla negra (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 5. Colla negra.

Descripción. Es un arbusto presente en ecosistemas altoandinos como bosques secundarios y rastrojos. Se considera una especie colonizadora y se reporta una distribución desde los 1.500 hasta los 3.000 m s. n. m. Además de su uso en alimentación animal, se identifica como una especie usada en la reforestación de cuencas hidrográficas y control de erosión del suelo (Gálvez, 2005).

Esta especie puede alcanzar una altura de 2,02 m a los ocho meses de edad y 3 m a los 15 meses aproximadamente. Presenta ramas quebradizas que se extienden desde el suelo y tallos cilíndricos y huecos, por lo que es importante tener precaución al momento de realizar las labores de poda y mantenimiento para evitar que el agua ingrese a la planta a través de los entrenudos, lo que puede provocar procesos de pudrición.

Las hojas de la colla negra son acorazonadas, opuestas y suculentas, lo que le permite tener un mayor rendimiento en biomasa que otras especies forrajeras. Tienen un borde aserrado de 20 a 30 cm de longitud, un haz verde oscuro y un envés verde claro. Esta planta requiere de suelos bien drenados y húmedos para un óptimo crecimiento (Agronet, 2020; Gálvez, 2005).

Propagación, siembra y recomendaciones de manejo. Esta especie se propaga principalmente mediante estacas (método asexual), se selecciona material vegetativo de plantas adultas que hayan tenido un buen rendimiento y se colocan en una cama enraizadora para lograr su enraizamiento y el brote de la parte aérea hasta obtener una nueva plántula. Se recomienda sembrar estas plántulas a una distancia de 1 × 1 m en el caso de bancos forrajeros y hacer podas de formación a los siete meses después del establecimiento para permitir un crecimiento óptimo de la planta y una buena producción de biomasa (Agronet, 2020).

Tabla 1. Valor nutricional de la colla negra

Edad de corte (días)	Proteína bruta (%)	MS	FDN (%)	FDA (%)	ENL Mcal kg de MS	Rendimiento kg/FV arbusto
45	23,4	12,2	34,2	13,9	1,5	1,9
60	19,7	15,6	34,0	12,9	1,4	3,11
70	18,42	15,7	34,6	12,2	1,4	6,9

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; ENL: energía neta de lactancia; FV: forraje verde.

Fuente: Cardona et al. (2022)

Botón de oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl.] Gray)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 6. Botón de oro.

Descripción. Es un arbusto de tamaño mediano que oscila entre los 1,5 a 4,0 m de altura y está presente en agroecosistemas desde el nivel del mar hasta los 2.500 m s. n. m. Es una especie con un buen potencial forrajero en sistemas silvopastoriles y espreciada por los apicultores como fuente de polen. También se reporta su beneficio como siembra en cerca viva protectora de fuentes de agua y especie ornamental (Calle & Murgueitio, 2008; Gálvez, 2005).

Este arbusto se adapta bien a diferentes tipos de suelo y lotes con baja fertilidad, su crecimiento es rápido y su cultivo requiere una mínima cantidad de insumos y manejo. Es una especie muy resistente y produce una gran cantidad de biomasa, lo que la hace muy valiosa en la producción ganadera (Ríos-Kato, 1999).

Sus ramas son robustas y generalmente carecen de pelos. Las hojas son alternas, con peciolos de 7 a 20 cm de largo y 4 a 20 cm de ancho, con 3 a 5 lóbulos profundos que se estrechan hasta la base y tienen bordes aserrados. Los pedúnculos miden de 4 a 20 cm de largo y las lígulas son de color amarillo a naranja y miden de 3 a 6 cm. Las corolas son amarillas y miden 8 mm (Nash, 1976).

Propagación. El botón de oro es de fácil propagación mediante estacas de 30 a 50 centímetros de longitud cosechadas del tercio inferior o intermedio de los tallos.

Tabla 2. Valor nutricional del botón de oro

Edad de corte (días)	Proteína bruta (%)	MS	FDN (%)	FDA (%)	ENL Mcal kg de MS	Rendimiento kg/ FV arbusto
45	28,1	11,7	31,3	14,0	1,62	0,76
60	27,2	12,9	33,1	14,9	1,6	2,1
75	23,0	13	37,0	18,0	1,5	3,7

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; ENL: energía neta de lactancia; FV: forraje verde.

Fuente: Cardona et al. (2022)

Acacia amarilla (*Acacia decurrens* Willd.)



Foto: Paola Portillo

Figura 7. Acacia amarilla.

Descripción. Este árbol puede llegar a tener una altura de 10 m. Su tronco presenta una corteza lisa y oscura, mientras que la ramificación comienza a partir de 1 m de altura del fuste. La copa del árbol tiene una forma redondeada y el follaje es de color verde mate. Las hojas son alternas y están compuestas, con un tamaño de aproximadamente 6 cm. Las flores son redondas y de color amarillo, con un diámetro de 8 mm. Las ramas jóvenes tienen una forma angular y la especie es capaz de producir retoños a partir de la raíz (Bartholamaus et al., 1998).

La acacia amarilla ha sido introducida en zonas de trópico alto, entre los 2.000 y 3.000 m s. n. m., y se ha observado que es una especie que se adapta bien en suelos arcillosos o arcillo-arenosos con pH ácido (Benavides et al., 2004). Según Giraldo y Bolívar (2002), la acacia puede ser una buena opción para sistemas silvopastoriles, ya que presenta una tasa de crecimiento destacable y buena capacidad de rebrote, así como una alta producción de madera y forraje verde de calidad para animales en sistemas de corte y acarreo y ramoneo directo. De igual manera, es utilizada para la elaboración de concentrados y compost (Muñoz et al., 2013).

Propagación. La acacia amarilla se propaga de forma sexual mediante semilla que debe ser sometida a ciertos tratamientos, como la inmersión en agua caliente. Así mismo, también se puede propagar asexualmente por medio de estacas o esquejes (Luna Cabrera et al., 2022).

Tabla 3. Valor nutricional de la acacia amarilla

Edad de corte (días)	Proteína bruta (%)	MS	FDN (%)	Digestibilidad	ENL Mcal kg de MS	Rendimiento kg/FV árbol
60	19,35	36,11	41,96	67,35	1,39	20

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutra; ENL: energía neta de lactancia; FV: forraje verde.
Fuente: AGROSAVIA (2023)

Sauco blanco (*Sambucus nigra* L.)

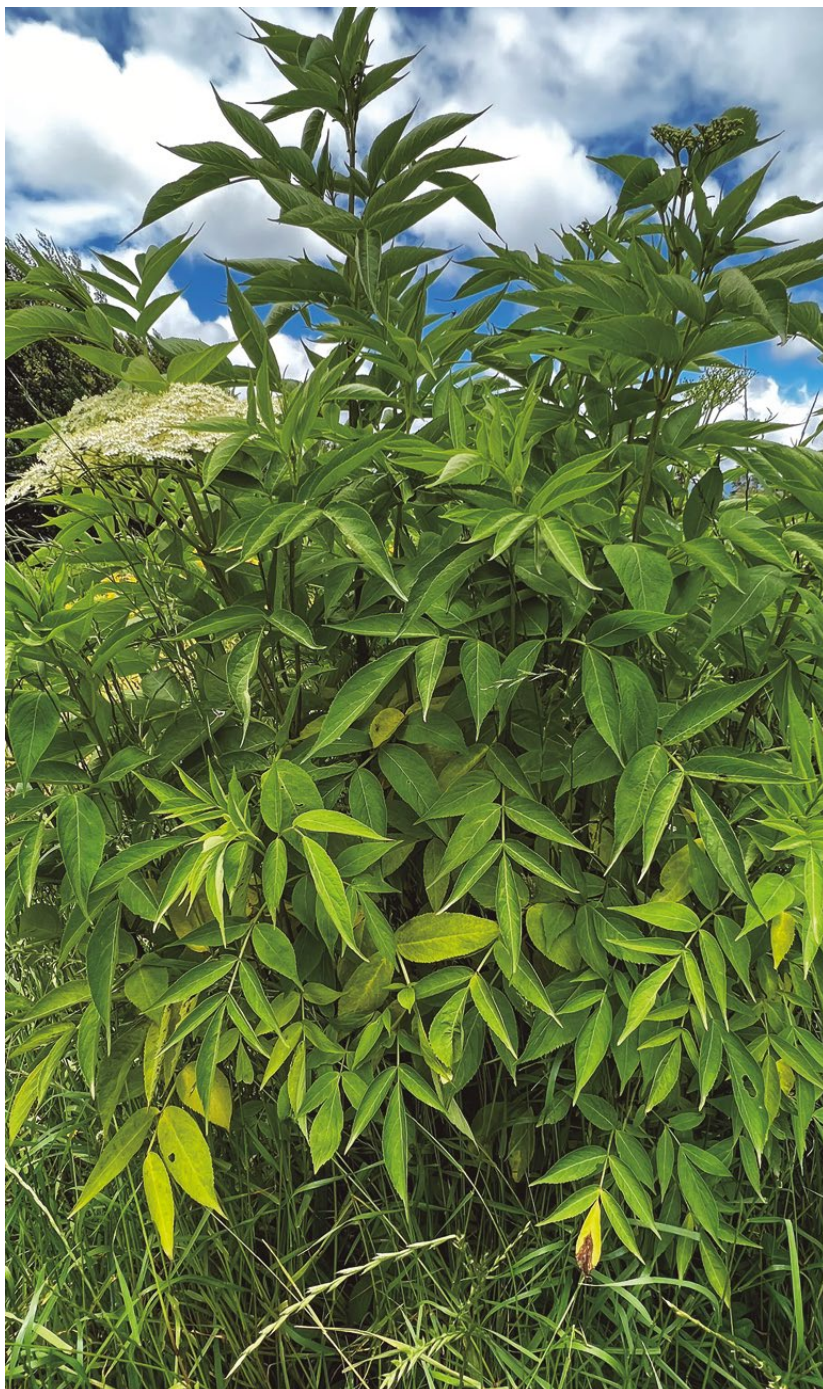


Foto: Filadelfo Hernández

Figura 8. Sauco blanco.

Descripción. El sauco blanco presenta un hábito de crecimiento que puede ser considerado arbustivo o arbóreo, alcanza alturas de entre 4 a 6 m y presenta una copa baja y densa con forma redondeada. Su tronco es curvo y posee una corteza rugosa. Las hojas son ovado-lanceoladas, de color verde oscuro, agrupadas en 5 a 7 folíolos, con una longitud de 5 a 12 cm y un ancho de 3 a 5 cm, con un ápice agudo y un margen serrado. Las flores se presentan en corimbos de color blanco cremoso y sus frutos se convierten en bayas de color morado al madurar (Sánchez et al., 2010).

Esta especie se adapta favorablemente a diferentes tipos de suelo, ya que tolera suelos ligeramente ácidos, pero no soporta aquellos con mala capacidad de drenaje. Sin embargo, se adapta muy bien a suelos cercanos a fuentes hídricas y agroecosistemas cercanos a bosques húmedos, y es capaz de resistir fuertes heladas. Además, su rusticidad le permite crecer en suelos calcáreos, pedregosos, en taludes, ruinas, escombreras e incluso en las grietas de los muros, por lo que representa una buena alternativa en procesos de restauración ecológica. Es considerada una especie heliófila, por lo que requiere de una exposición directa al sol para un crecimiento adecuado (Abella, 2000; Giraldo et al., 2011; Hernández, 2011; Luna et al., 2022).

En estado fresco y ensilado, se le atribuye un efecto galactogogo, es decir, que estimula la producción de leche debido a su equilibrio proteico-energético y también aumenta la proporción de grasa. Debido a las excelentes características nutricionales del sauco, es recomendable su uso en bancos forrajeros y huertos agroforestales. Algunas evaluaciones han permitido caracterizar la composición nutricional, donde se observaron mayores porcentajes de las fracciones solubles nitrogenadas que pueden ayudar remplazar parcialmente la proteína del concentrado (Carvajal et al., 2012; Jaramillo, 2011; Jaramillo & Jiménez, 2000; Luna et al., 2022).

Tabla 4. Valor nutricional del sauco blanco

Edad de corte (días)	Proteína bruta (%)	MS	FDN (%)	FDA (%)	ENL Mcal kg de MS	Rendimiento kg/FV Arbusto
45	28,9	16	26,8	11,8	1,7	0,5
60	26,15	16	30,39	10,64	1,61	0,95
75	25,17	18,12	27,34	10,12	1,6	1,9

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; ENL: energía neta de lactancia; FV: forraje verde.
Fuente: Cardona et al. (2022)

Haba (*Vicia faba*)



Foto: David Álvarez

Figura 9. Cultivo de haba.

Descripción. Planta rústica de las leguminosas que puede llegar a tener entre 80 a 161 cm de altura; presenta de 11 a 56 vainas por planta y de 2 a 4 semillas por vaina, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (Álvarez et al., 2023). Sus hojas compuestas tienen entre 4 a 7 folíolos, de forma ovalada, y sus flores son numerosas, blancas y con manchas oscuras, puede presentar un número de flores que puede ascender a 116 flores por planta (Álvarez et al., 2023). El haba tiene un óptimo comportamiento productivo en altitudes comprendidas entre los 2.900 y los 3.100 m s. n. m., aunque se encuentran cultivos con altitudes más bajas, entre los 2.700 y los 3.200 m s. n. m. (Álvarez et al., 2021).

En el departamento de Nariño se reportan los siguientes materiales regionales de haba: alpargata (grano blanco crema, grande y ancho), chaucha (grano mediano, blanco), beso de novia (grano mediano a grande, con mancha roja), morada (grano grande, rojo), blanca común (grano blanco crema, grande), argentina (grano pequeño, blanco crema) y habilla (grano pequeño, blanco crema a verde) (Álvarez et al., 2021).

El uso del haba en la alimentación animal bien sea en monocultivo o asociada, resulta ser una alternativa alimenticia benéfica, ya que su ensilaje mejora la producción de proteína y energía en los animales, lo que representa un impacto positivo en la calidad de la leche y reducción de los costos de producción (Baizán et al., 2015; Horque, 2004).

Tabla 5. Valor nutricional del haba

Variedad	Edad de corte (días)	Proteína bruta (%)	MS	FDN (%)	Digestibilidad	ENL Mcal kg de MS	Rendimiento t/FV ha
Haba roja	190 a 205	14,16	6,69	40,1	62,77	1,28	31,7
Haba común		20,24	8,12	32,01	70,2	1,45	39,93
Haba alpargata		15,31	6,61	38,19	65,03	1,33	39,2

MS: materia seca; FDN: fibra detergente neutra; ENL: energía neta de lactancia; FV: forraje verde.
Fuente: Nieto-Sierra et al. (2020)

Hoja de calabaza (*Cucurbita moschata* Duchesne)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 10. Cultivo de calabaza.

Descripción. Planta herbácea rastrera a trepadora. Tiene tallos angulosos, hojas pecioladas y raíces fibrosas. Su sistema radicular se desarrolla ampliamente, la raíz principal puede alcanzar profundidades de más de 2 m y las laterales llegan a distancias de 4 a 5 m a partir de la principal. Los frutos varían de tamaño, de 14 a 50 cm de largo y de 14 a 25 cm de diámetro, con forma de pera o clava, cortos o largos y rectos o encorvados en la parte más delgada (Ganadería.com, 2021; Garza et al., 2010; Guenko, 1983).

Esta planta puede desarrollarse bien en climas fríos y templados, sus hojas son una fuente de proteína (31,19%) y presenta un alto contenido de fibra. Se mezcla con pastos como kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), saboya (*Holcus lanatus*) y maralfalfa (*Pennisetum* sp.). Adicionalmente, solo la hoja de calabaza es altamente palatable en cuyes y mejora significativamente la digestibilidad de la proteína cruda y la calidad nutricional, además de que puede ser muy duradera en ensilaje. Su fruto puede emplearse como fuente de agua, azúcares y vitaminas, y su semilla posee altos porcentajes de ácidos grasos insaturados, aminoácidos, fibra dietética y fitoesteroles (Aroche-Ginarte et al., 2011; Arroyo & Fajardo, 1998, citados en Apráez & Gálvez, 2019; Escobar & Urbano, 2018).

Tabla 6. Valor nutricional de la hoja de calabaza

	PC (%)	MS	FC (%)	NDT (%)	EE
Hojas de calabaza	31,20	17,45	19,30	63,17	3,8

PC: proteína cruda; MS: materia seca; FC: fibra cruda; NDT: nutrientes digestibles totales; EE: extracto etéreo.
Fuente: Apráez y Gálvez (2019)

Chilca (*Baccharis latifolia* Ruiz & Pav.)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 11. Chilca.

Descripción. Es una especie arbustiva de acelerado crecimiento que alcanza una altura de 1,5 a 3 m y se ramifica desde su base. Sus hojas son simples, alternas y presentan un peciolo de 1,5 a 2 cm de largo con bordes uniformemente aserrados. Tienen un color verde brillante en el haz, son pegajosas y tienen tres nervios pronunciados que salen de la base. Sus ramas son delgadas, glabras y resinosas, y su inflorescencia es abundante y de color blanco (Hoyos & Yep, 2008; Velásquez, 2007).

La chilca ha sido reportada en rangos altitudinales entre los 1.200 a 3.800 m s. n. m., es capaz de tolerar suelos con alta pedregosidad y poca agua, y es una especie relevante para la conservación de suelos y la restauración ecológica de áreas degradadas (Hoyos & Yep, 2008; Reynel & León, 1990). De igual manera, se le atribuyen propiedades medicinales, ya que la infusión de las hojas puede ayudar a calmar el dolor de estómago, el cólico menstrual, el asma, el insomnio y las enfermedades del útero, mientras que en la agroindustria se usa para la tinción de los colores verde y amarillo (Sosa et al., 2004; Verdi et al., 2005).

La chilca es reportada como una especie con potencial por su conversión alimenticia y ganancia de peso animal, especialmente en especies menores como ovinos o cuyes. En estos últimos, se ha evaluado cómo, al incluir un 20 % de harina de hoja de chilca en los bloques nutricionales, se pueden llegar obtener hasta 830 g de ganancia de peso durante 75 días, mientras que sin la inclusión de este ingrediente en los bloques las ganancias de peso en el mismo periodo pueden llegar a los 730 g (Aysabucha, 2020; Rodríguez, 2019).

Tabla 7. Valor nutricional de la chilca

Especie	PC (%)	FC (%)	MS (%)	EE	C
Chilca	18,20	20,03	30,2	7,77	9,97

PC: proteína cruda; FC: fibra cruda; MS: materia seca; EE: extracto etéreo; C: ceniza.
Fuente: Cortes y Ramos (2018)

Aliso (*Alnus acuminata* Kunth)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 12. Aliso.

Descripción. Es una especie arbórea originaria de Centroamérica y América del Sur, presente en zonas de media y alta montaña (entre los 2.000 y los 3.000 m s. n. m.), especialmente en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Es una especie que brinda importantes bienes y servicios, como regulación del agua y el suelo, abono verde (por ser una especie caducifolia), fijación de nitrógeno, madera para muebles y leña, alimento y hábitat para diversas especies de animales, y forraje verde de calidad (Sánchez Matta et al., 2009).

Tabla 8. Valor nutricional del aliso

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	MS (%)	EE	ENL rumiantes (Mcal.kg-1 MS)
Aliso	14,03	48,29	21,52	34,39	3,09	1,31

PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; MS: materia seca; EE: extracto etéreo; ENL: energía neta de lactancia.
Fuente: AGROSAVIA (2023)

Alfalfa (*Medicago sativa*)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 13. Alfalfa.

Descripción. La alfalfa es una especie altamente adaptable que puede crecer en una amplia variedad de climas. Ha sido reportada desde los 700 a los 4.000 m s. n. m. y se considera una especie de días largos, lo que significa que su floración es más abundante en regiones donde el fotoperiodo (duración del día) es mayor a 12 horas. Prefiere su desarrollo en suelos profundos, con buen drenaje y de carácter alcalino, aunque tolera moderadamente la salinidad (su rendimiento puede disminuir en suelos con un pH menor a 5) y es tolerante a periodos de sequía debido a su sistema radicular profundo (Clavijo & Cadena, 2011; Quiroga, 2013; Sánchez, 2005).

La alfalfa es ampliamente reconocida como el cultivo forrajero más utilizado en el mundo, principalmente destinado a la alimentación del ganado debido a su excelente valor nutricional, contenido de proteína, fibra digestible y palatabilidad, donde se

observa una buena conversión alimenticia (Faner, 2001; Mac, 2013; Santamaría et al., 2000). Así mismo, tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en un rango de 120 a 800 kg/ha/año (Urzúa, 2005), lo que le permite tener un buen potencial productivo y contribuir a mejorar la fertilidad y la estructura del suelo.

Tabla 9. Valor nutricional de la alfalfa

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	MS (%)	EE	ENL rumiantes (Mcal.kg-1 MS)
Alfalfa	16,68	48,74	26,28	21,89	2,21	1,33

PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; MS: materia seca; EE: extracto etéreo; ENL: energía neta de lactancia.
Fuente: AGROSAVIA (2023)

Nabo de campo o silvestre (*Brassica rapa* L.)



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 14. Nabo de campo.

Descripción. El nabo es una especia nativa de Europa, pero se encuentra en diferentes partes del mundo. En Colombia, se distribuye en la región de los Andes, la Sierra Nevada de Santa Marta y el Valle del Cauca, en alturas comprendidas entre los 1.000 y los 4.200 m s. n. m. (GBIF Secretariat, 2022).

Es uno de los cultivos más utilizados en la suplementación de ganado y se han reportado rendimientos de 10,14 t MS/ha, 12,28 t MS/ha y 13,63 t MS/ha en temporadas de bajas, medianas y altas precipitaciones respectivamente, lo cual permite que sea utilizado como una alternativa de inclusión al concentrado (Aucal et al., 2015; Lanuza, 2011; Parga et al., 2010). Sin embargo, es necesario mantener un estricto control sobre la cantidad ofrecida diariamente, ya que puede causarle problemas metabólicos al animal cuando se suministra en exceso (Barry, 2013).

Tabla 10. Tabla nutricional del nabo forrajero

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	MS (%)	EE	ENL rumiantes (Mcal.kg-1 MS)
Nabo de campo	29,01	25,08	17,36	14,11	2,23	1,62

PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; MS: materia seca; EE: extracto etéreo; ENL: energía neta de lactancia.
Fuente: AGROSAVIA (2023)

Otras materias primas

Melaza

Este producto aporta energía al ganado gracias a su alto contenido de carbohidratos. Tiene un sabor dulce porque proviene de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), lo que lo hace muy atractivo para los animales. Además de usarse para mejorar la palatabilidad, también mantiene el bloque en buen estado (Gutiérrez, 2002; Mancheno, 2019; Rivero et al., 2013).

La melaza combinada con cal actúa en los BMN como aglutinante. Cuando se mezclan en las proporciones adecuadas, generan un aumento de temperatura que ayuda a garantizar la dureza del material, lo cual mejora su resistencia y estabilidad.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 15. Melaza.

Urea

Es un fertilizante agrícola que se usa en la dieta de animales domésticos desde 1950, principalmente en rumiantes. En los BMN, funciona como nitrógeno no proteico que aporta al crecimiento de la microflora ruminal, lo cual mejora la digestión de los pastos y de los alimentos en general. Es importante controlar su dosis, puesto que, en exceso, puede generar intoxicación; para evitar esto, es recomendable la mezcla de BMN con urea, melaza, ingredientes fibrosos, harinas y minerales en adecuadas dosificaciones (Feucher, 1988; Rivero et al., 2013).

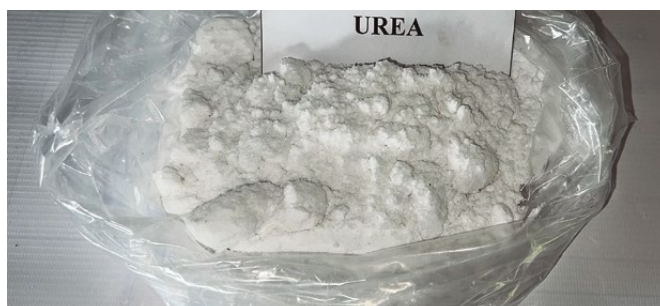


Foto: Filadelfo Hernández

Figura 16. Urea.

Fibras

La función de la fibra en el bloque multinutricional es absorber la humedad de las fuentes o materias primas empleadas en su composición, además de darle firmeza y amarre. Esta contiene diferentes cantidades de energía, proteína, minerales y vitaminas. Algunas

fuentes secas de fibra que se pueden usar en la alimentación son: la torta de algodón, maní, girasol, palmiste y ajonjolí, afrecho de maíz y de trigo o mogolla de trigo, las cascarillas de café, soya, girasol, maní, cacao y cebada, el salvado, la tusa de maíz picada, la semolina, harina o pulidura de arroz o harinas resultado de la deshidratación del botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Las fuentes de fibra larga aseguran el amarre del bloque, por lo tanto, deben ser usadas al menos en un 5 % del total. Como fuentes utilizables, se encuentran las cáscaras de banano, plátano, coco, palmito y palma africana picadas y secas, el bagazo de caña y el heno picado de múltiples plantas forrajeras. La cascarilla de arroz no absorbe la humedad y, por lo tanto, no se debe usar como fuente de fibra. La cascarilla de algodón debe ser picada antes de usarla.

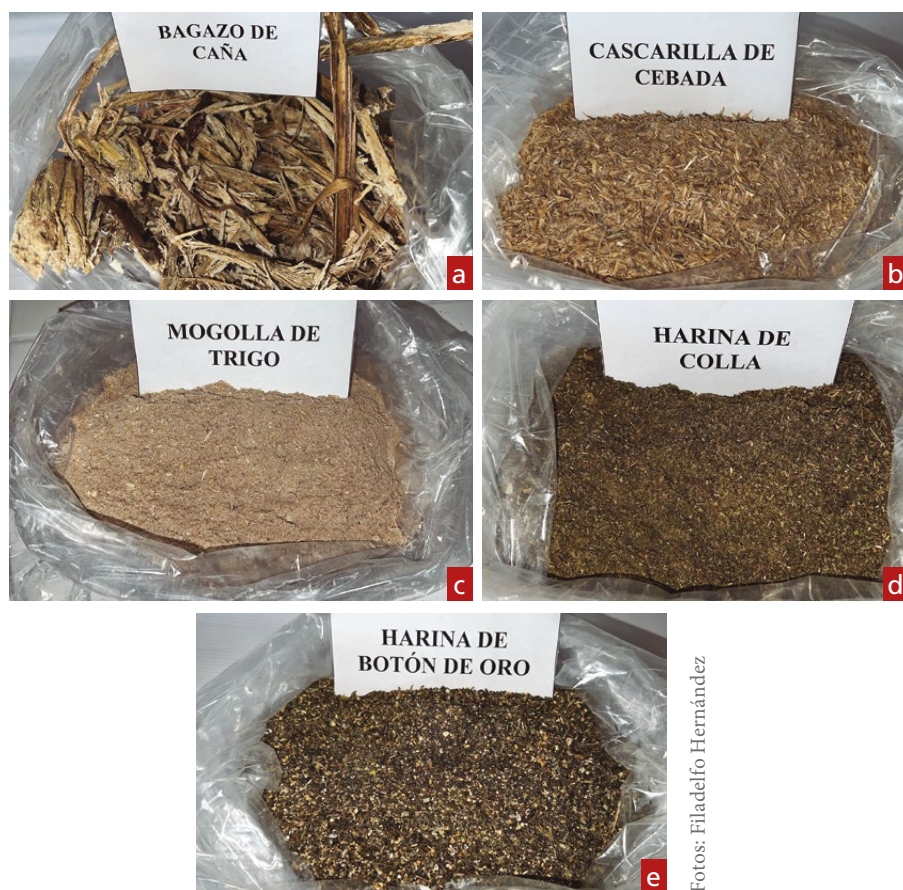


Figura 17. Fibras vegetales. a. Bagazo de caña; b. Cascarilla de cebada; c. Mogolla de trigo; d. Harina de colla; e. Harina de botón de oro.

Azufre

El azufre se usa como un refuerzo para la salud del ganado, ya que ayuda a controlar parásitos externos, como las garrapatas, y también mejora la apariencia del animal, dándole un pelaje más sano y brillante. Adicionalmente, este mineral ayuda a la formación de aminoácidos esenciales que son sintetizados por los microorganismos del rumen. Se recomienda dosificar muy bien este mineral, puesto que, en exceso, puede causar deshidratación e incluso gastroenteritis mortal.

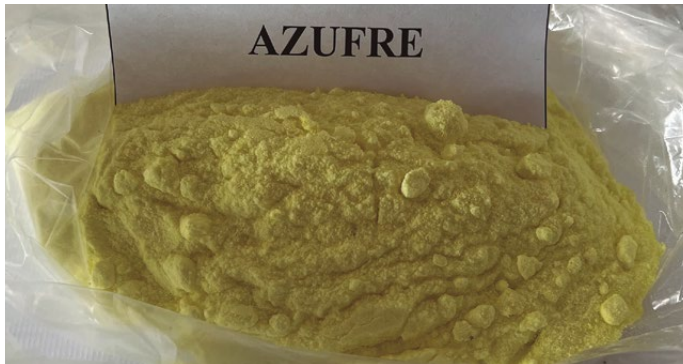


Foto: Filadelfo Hernández

Figura 18. Azufre.

Sales minerales

Aportan macro y microelementos requeridos por el animal, especialmente en épocas de déficit de minerales en las pasturas. Las sales, además, permiten palatabilidad y sirven para la conservación de los BMN (Rivero et al., 2013).



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 19. Sales minerales.

Aglutinante del bloque (cal)

La cal actúa como un aglutinante, ya que solidifica y endurece los BMN al entrar en contacto con la melaza. Se reportan otros aglutinantes como la cal apagada y el yeso, que, además de aportar a la compactación, ayudan a alcalinizar los bloques y retrasan la fermentación de los azúcares y el crecimiento de hongos en el BMN. Anteriormente se recomendaba usar cemento, pero en la actualidad se evita debido a su alto contenido de flúor, que puede ser tóxico para la microflora ruminal o gástrica del animal (Rivero et al., 2013).

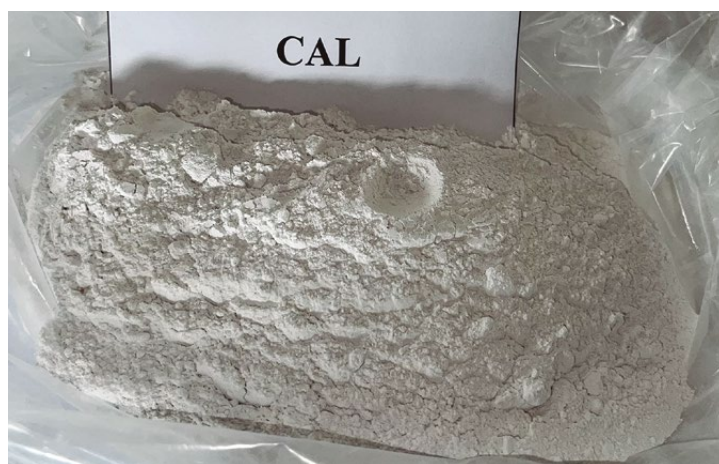


Foto: Filadelfo Hernández

Figura 20. Cal.

Equipos y herramientas

A continuación, se presentan algunos equipos que AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Obonuco, ha empleado para la elaboración de los BMN en grandes cantidades. Adicionalmente, en capítulos posteriores se proponen algunas alternativas al uso de estos equipos mediante prototipos artesanales que han sido diseñados en el marco del proceso de investigación participativa, ya que son más económicos y de fácil acceso para los pequeños y medianos productores. Cabe destacar que estos equipos son una ayuda al momento de la elaboración, pero no son una limitante al momento de producir cantidades pequeñas de BMN que se requieran en nuestras unidades productivas pecuarias.

Molino de martillos. Se emplea para reducir el tamaño de las partículas de las materias primas que emplearemos en la elaboración de los BMN, ya que esto facilita la obtención de una mezcla homogénea. En el Centro de Investigación Obonuco, se molió la urea para facilitar la dilución debido al alto volumen de BMN. De esta manera, la urea se puede integrar fácilmente a la mezcla, pero para pequeñas cantidades de BMN se recomienda diluir la urea en melaza con un día de anterioridad (Silva-Benett et al., 2019).



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 21. Molino de martillos con tamiz.

Mezcladora. En este equipo se disponen las materias primas en polvo durante un tiempo aproximado de 2 minutos para garantizar una mezcla homogénea. Debido a la reacción entre la cal y la melaza, se genera dureza en la mezcla y esto puede ocasionar adhesión y cementación en las paredes de la mezcladora, lo cual impide su adecuado funcionamiento y genera sobre esfuerzo del motor. Por ello, se recomienda utilizar baches pequeños de 20 kg como máximo y no exceder los 3 baches antes de realizar una limpieza, que consiste en retirar la mezcla de las paredes. Por otra parte, la mezcla que no se retira puede contaminarse con microorganismos (micotoxinas).



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 22. Mezcladora horizontal de 50 kg.

El proceso de mezclado también puede realizarse de manera manual utilizando herramientas como palas o palendras para mezclar los ingredientes en un recipiente grande. Así mismo, es necesario contar con un superficie limpia y adecuada (piso, lona o plástico) para evitar cualquier tipo de contaminación de la mezcla.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 23. Mezcla manual de ingredientes.

Prensa. La consistencia y dureza adecuada para los BMN dependen en buena medida de un adecuado proceso de prensado que ayuda a limitar el consumo por parte del animal y garantiza la calidad del producto final. En el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA se ha trabajado en el desarrollo de un método de prensado utilizando una prensa tipo CIMVA, originalmente diseñada para elaborar bloques de concreto y que, con los años, ha tenido otro tipo de usos. En esta prensa se elaboran BMN con dimensiones de 15 cm de alto, 30 cm de largo y 20 cm de ancho, con un peso aproximado de 4 kg.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 24. Prensa tipo CIMVA para la elaboración de BMN.

A nivel artesanal y en cantidades pequeñas para las fincas, los productores tienen la opción de realizar el prensado de los BMN utilizando baldes de construcción u otro tipo de molde y aplicar peso sobre la mezcla durante un período de hasta tres días.

Así mismo, para evitar que el bloque se adhiera al molde durante su elaboración, se puede impermeabilizar el molde antes de la preparación de los BMN usando plástico calibre 6 o superior y aceite de cocina reusado para las paredes del molde, como capa lubricante que reduzca la fricción y facilite la liberación del bloque una vez prensado, o humedeciendo ligeramente el molde y el equipo utilizado. Lo anterior permite un proceso más suave y eficiente de los BMN y minimiza el desgaste del molde.

Debido a las características abrasivas o corrosivas de las materias primas utilizadas en la elaboración de los BMN, es importante realizar mantenimientos periódicos a los equipos y herramientas, ya que esto extiende su vida útil y garantiza un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo.

Balanza. Es crucial realizar un pesaje preciso de los ingredientes de acuerdo con la fórmula establecida y recomendada para evitar repercusiones en el costo de elaboración del BMN, sus características y su calidad nutricional, así como problemas metabólicos en los animales que los ingieran.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 25. Balanza colgante digital (izquierda); gramera digital (derecha).

Fórmulas de bloques multinutricionales para bovinos y cuyes

Para la formulación de los bloques multinutricionales (BMN) es fundamental considerar tres criterios para la selección las materias primas que se van a utilizar:

- Disponibilidad local: es importante priorizar las materias primas que estén fácilmente disponibles en la finca o en la región. Esto ayuda a reducir los costos de transporte y, por ende, de producción, y garantiza un suministro constante de ingredientes. Así mismo, también fomenta el apoyo a la economía local y reduce la dependencia de insumos externos.
- Precio: aunque el precio de las materias primas puede ser una limitante para la formulación de los BMN, en el momento del balanceo se puede ajustar su inclusión, de tal manera que cumpla los requerimientos nutricionales a un costo razonable.
- Digestibilidad de las materias primas: la digestibilidad se refiere a la capacidad del animal para descomponer y aprovechar los nutrientes. Es importante seleccionar ingredientes que sean fácilmente digeribles por el ganado o las especies menores.

Al considerar estos criterios y equilibrar la disponibilidad local, el precio y la digestibilidad, se puede obtener una fórmula de BMN adecuada que cumpla con los requerimientos nutricionales y sea económicamente viable. Además, es recomendable contar con la asesoría de un técnico o profesional en nutrición animal para asegurar la elección óptima de las materias primas y la calibración de la fórmula.

En la tabla 11 se relaciona los niveles de inclusión de materias primas que se pueden considerar accesibles económicamente, con un adecuado contenido nutricional y con disponibilidad local, que son frecuentemente empleadas en la formulación de BMN.

Tabla 11. Niveles de inclusión de las materias primas para la elaboración de BMN para rumiantes

Componente	Tipo	Insumo	Nivel de inclusión (%)	
			Mín.	Máx.
Proteínas	Nitrógeno no proteico	Urea, gallinaza, pollinaza, levadura	5	20
	Proteínas verdaderas	Arbustivas forrajeras y leguminosas	3	30
Carbohidratos	Solubles (no estructurales)	Melaza, azúcar, mucílago, glicerol, miel	30	60
	Poco solubles	Estructurales	15	30
Minerales	Nutricional	Sal mineralizada	5	10
		Azufre	1	3
		Harina de hueso calcinado, cáscara de huevo, harina de roca	1	5
	Cementante	Cal viva, yeso	8	15

Fuente: Elaboración propia con base en Rivero et al. (2013)

Cabe destacar que las recomendaciones de inclusión de las materias primas que se hacen en el presente manual están sujetas a las normativas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en sus Resoluciones 16023 de 2023 y 115708 de 2021; por lo tanto, es muy importante revisar su inclusión y tener muy en cuenta las siguientes consideraciones:

- Llevar a cabo un buen proceso de deshidratación: la humedad en las materias primas puede conllevar presencia de micotoxinas que afectan severamente la salud animal.
- Evitar la contaminación: las materias primas, durante su procesamiento, son susceptibles a la contaminación externa, por lo cual se recomienda una adecuada manipulación, lejos de fuentes de contaminación que afecten la salud animal.

Complementariamente, cabe resaltar y se invita al lector a consultar la Resolución ICA 061252 de 2020 que es la normativa vigente que regula la producción y comercialización de bloques nutricionales cuando estos presentan fines comerciales. Cuando son bloques de autoconsumo, existe unos principios de bioética que exige suministrar alimentos de calidad composicional, higiénica y microbiológica.

A continuación, se presenta la experiencia de formulación y elaboración de BMN que se ha realizado en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA para la región Altoandina. Para ello, primero se llevó a cabo una estimación inicial a través de la extensión Solver de Microsoft Excel, que permite estimar un valor óptimo y definir valores mínimos y máximos de unas celdas predeterminadas. Esto permite balancear las cantidades de materias primas que se van a utilizar con un criterio de eficiencia y al menor costo posible, por lo que se requiere tener presentes los valores de composición de las materias primas y su precio. Si bien en el presente manual no se detalla cómo se usa esta extensión, se invita al lector a consultar y profundizar sobre el tema. Adicionalmente, se consideraron los niveles de inclusión requeridos para las diferentes especies de bovinos y especies menores (cuyes).

Igualmente, se relacionan los diferentes escenarios de formulación de bloques en ganado bovino para producción de leche y en cuyes. En ambos casos, BMN 1 corresponde a un escenario donde únicamente se usan materias primas comerciales, mientras que los BMN 2 y 3 corresponden a formulaciones de mezclas entre materias primas comerciales y locales que pueden conseguirse de forma más fácil en las fincas. Las tres fórmulas presentaron alta dureza y fueron aceptadas para el consumo inmediatamente se suministraron.

Tabla 12. Fórmulas de BMN para ganadería de leche

Materia prima	BMN 1 (%)	BMN 2 (%)	BMN 3 (%)
Melaza de caña	35	38	35
Cal viva	9	11	9
Azufre	0,5	0,1	1
Urea	4	4,8	6
Sal mineralizada	2	3	3
Cascarilla de cebada	-	13,1	-
Salvado de trigo	30	-	26
Torta de soya	19,5	-	-
Colla	-	30	20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Fórmulas de BMN para cuyes

Materia prima	BMN 1 (%)	BMN 2 (%)	BMN 3 (%)
Melaza de caña	30	30	34
Cal viva	7	7	10
Azufre	0,1	0,1	0,1
Urea	1,5	-	-
Sal mineralizada	1	1	1
Salvado de trigo	25,4	13,1	18,2
Torta de soya	-	13,8	18
Colla	35	35	18,7

Nota: aunque la urea es ampliamente usada para incluir nitrógeno no proteico en la dieta de rumiantes, existen antecedentes de su evaluación en cuyes (*Cavia porcellus*). Con la inclusión de valores cercanos al 1 % se obtuvo el mejor resultado en ganancia de peso, rendimiento en canal, entre otros parámetros. Se recomienda ser muy cuidadoso con los niveles de inclusión de este elemento.

Fuente: Elaboración propia

Como recomendación adicional, se debe tener en cuenta la consistencia de la melaza. En climas fríos es necesario calentarla al sol para mejorar su viscosidad y poder mezclarla fácilmente.

Cabe mencionar que la colla se puede reemplazar por otras alternativas forrajeras descritas en este manual, pero en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA no se han realizado las pruebas de elaboración, por lo cual esta decisión depende del criterio del productor o de los ATEA. En este sentido, primero se debe evaluar si la fórmula se compacta con facilidad y posteriormente se debe realizar la prueba de consumo por parte de los semovientes.

Paso a paso de elaboración de los BMN

En la figura 26 se resume el proceso de elaboración de los BMN que se ha implementado en el Centro de Investigación Obonuco.

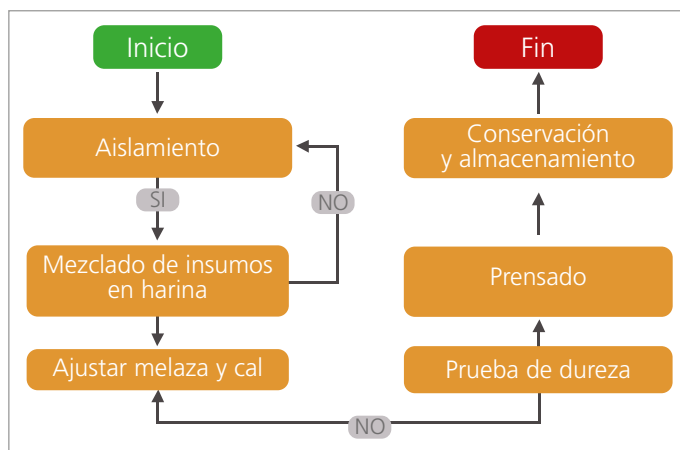


Figura 26. Paso a paso de la elaboración de BMN.

Fuente: Elaboración propia

Alistamiento

Previo al balance, es necesario revisar los niveles de inclusión (tabla 11). Para ello, se recomienda utilizar la extensión Solver de Microsoft Excel y digitar los datos correspondientes para estimar una fórmula con buen contenido nutricional y al menor costo posible.

Cabe destacar que en ciertas ocasiones es posible sustituir algunas materias primas por otras que tengan perfiles nutricionales similares; sin embargo, se recomienda consultar a un profesional antes de realizar cualquier cambio en la formulación.

Mezclado de insumos en harinas

Una vez se tenga lista la fórmula, se procede a realizar el pesaje de todos los insumos según la lista. Se inicia con todos los insumos secos o en polvo sin incluir la cal, puesto que se dejará para el final. Se deben integrar todos los insumos homogéneamente sin que haya presencia de grumos. Así mismo, se recomienda moler la urea en un molino de martillos o cualquier equipo para facilitar el proceso de incorporación a la mezcla.

Es preferible que la cal y la melaza se incorporen al final para ir probando la dureza del bloque a medida que se van incorporando estos dos ingredientes.

Teniendo en cuenta que las fórmulas están diseñadas en función de la composición nutricional del bloque y su costo, se recomienda realizar el pesaje de manera precisa con la ayuda de balanzas o grameras, según corresponda.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 27. Pesaje de materias primas.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 28. Mezcla manual de BMN.

Prueba de dureza

Consiste en una práctica empírica para determinar si la mezcla del BMN puede ser prensada. Se realiza una vez se haya finalizado la mezcla de todas las materias primas mediante “la prueba de puño”, que consiste en tomar una porción de la mezcla en la mano y ejercer la mayor presión posible. Luego se abre la mano, se ejerce presión con los dedos y puede ocurrir lo siguiente:

1. Si la mezcla está pegajosa o con humedad y se deforma con la presión de los dedos, esto puede deberse a que la mezcla tiene exceso de melaza y necesita una adición de cal.
2. Si la mezcla se encuentra muy seca y se deforma con la presión de los dedos, esto puede deberse a un exceso de cal, por lo cual se recomienda adicionar melaza hasta encontrar el punto de dureza.
3. Si la mezcla se mantiene firme a pesar de la presión con los dedos, esto significa que está en un estado ideal para ser prensada.



Figura 29. Prueba de puño. a. Mezcla con exceso en melaza; b. Mezcla con exceso de cal; c. Mezcla ideal para prensado.

Prensado

El prensado consiste en realizar presión sobre la mezcla en un molde durante un determinado periodo de tiempo para brindar dureza y compactación al BMN. En la figura 30 se presenta el uso de una prensa tipo CIMVA (un equipo que originalmente se usaba para la elaboración de bloques de cemento para construcción) que ha funcionado muy bien en la elaboración de BMN, ya que requiere un menor tiempo de prensado (alrededor de un minuto) y mejora el grado de dureza y compactación.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 30. Compactación del BMN con el uso de una prensa tipo CIMVA.

Por otro lado, una opción más económica y viable para la producción de pequeñas cantidades de BMN es el prensado con el uso de un balde de construcción, el cual requiere mantener un peso sobre la mezcla por tiempo prolongado (por ejemplo, con piedras sobre el molde con la mezcla), lo que limita el tiempo de prensado entre uno y tres días.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 31. Compactación de BMN en balde de construcción.

Conservación y almacenamiento

Una vez elaborados los BMN, se recomienda almacenarlos bajo techo (a la sombra), en un espacio con buena ventilación y sobre estibas o cualquier elemento que permita una separación entre los BMN y el suelo de al menos 10 cm para evitar el daño por roedores o humedad. Adicionalmente, debido a que en la elaboración de los BMN se presentan ingredientes que son higroscópicos, es decir, que pueden absorber humedad del ambiente, es recomendable empacarlos en bolsas plásticas para poder preservarlos por un periodo superior a los dos meses. Vale la pena mencionar que existe tendencia a un mayor consumo de los bloques multinutricionales que son almacenados por menos tiempo (15 a 45 días) (Araujo et al., 2001; Fernández, 2012).



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 32. Bloques multinutricionales almacenados y empacados en plástico.

Recomendaciones de uso

Es importante establecer algunos criterios en torno al momento y la forma de uso de los BMN, de manera que se puedan optimizar los recursos alimenticios dentro de las fincas.

¿Cuándo usar los BMN?

Los BMN constituyen una buena alternativa de suplementación animal durante épocas críticas (periodos de sequía, heladas o altas precipitaciones), donde la oferta y la calidad de los forrajes disminuye considerablemente. Los BMN también son una estrategia de aprovechamiento y conservación de biomasa cuando hay periodos de exceso de forraje.

¿Cómo se suministran los BMN?

Teniendo en cuenta que los BMN contienen urea y puede resultar tóxica, se recomienda regular el consumo de BMN entre los primeros cinco a nueve días. Una forma de hacerlo es suministrar los BMN durante el ordeño y luego de este tiempo se pueden suministrar a voluntad a bovinos en pastoreo permanente. Un animal adulto puede consumir entre 400 y 500 g diarios. Se recomienda ubicar los BMN en saladeros o comederos bajo techo.

Los BMN se pueden suministrar permanente a los cuyes, ya que no contienen urea o la tienen en un porcentaje muy bajo. Se estima que un cuy puede consumir entre 40 y 50 g diarios de BMN, lo que podría significar una durabilidad de hasta 15 días.



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 33. Prueba de cafetería de BMN a ganado bovino.

Prototipos de prensas para elaboración de BMN

Dentro del proceso investigativo y el intercambio de experiencias con productores en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA, se han diseñado una serie de herramientas artesanales de fácil acceso y elaboración por parte de los pequeños y medianos productores agropecuarios. Como alternativa a la prensa tipo CIMVA o el uso de baldes, se ha planteado un modelo de prensa artesanal elaborada en madera que puede cumplir esta función con algunas variantes en el tiempo de elaboración.



Foto: Jhon James Borja

Figura 34. Prensa para la elaboración de BMN. a. Prensa artesanal de madera; b. BMN hechos con la prensa artesanal.

A continuación, se detallan los materiales y el acoplamiento de la prensa artesanal de madera:

1. Bloque de madera de forma rectangular de 4 cm de alto, 14 cm de largo y 10 cm de ancho.
2. Dos bloques de madera de forma rectangular de 4 cm de alto, 60 cm de largo y 10 cm de ancho.
3. Un bloque de madera de forma trapezoidal de 35 cm de base mayor, 15 cm de base menor y 10 cm de alto.
4. Un bloque de madera de forma rectangular de 4 cm de alto, 40 cm de largo y 10 cm de ancho.

5. Una caja de madera, que servirá de molde, de 30 cm de alto, 30 cm de largo y 12 cm de ancho.
6. Un bloque de madera de forma rectangular de 4 cm de alto, 1,5 m de largo y 10 cm de ancho.
7. Un émbolo en madera para ejercer presión sobre la mezcla del molde (ver la figura 35).
8. Una figura en madera rectangular con hendiduras, con medidas de 4 cm de alto, 2 m de largo y 20 cm de ancho.
9. Tres tornillos de acero grado 2 con tuerca, con un largo de 20 cm.

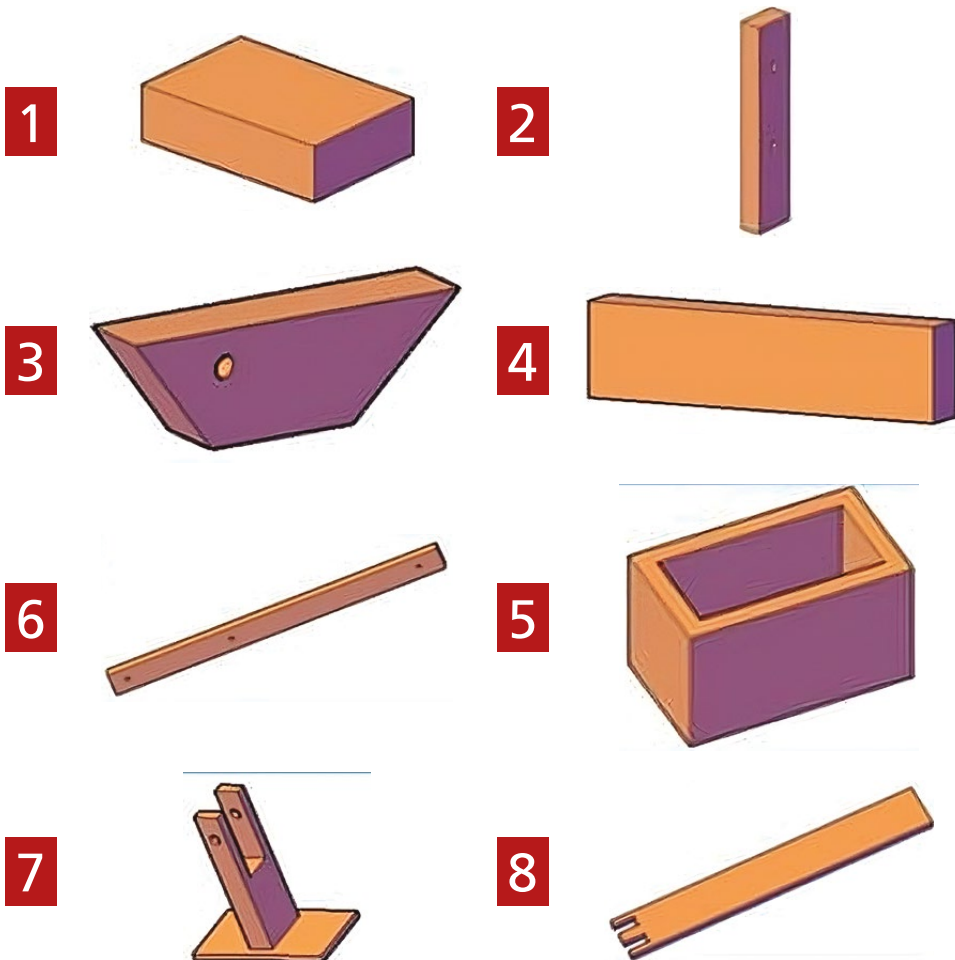


Figura 35. Despiece de la prensa artesanal de madera.

Fuente: Elaborado por Jhon James Borja, diseñado por María Fernanda Riascos

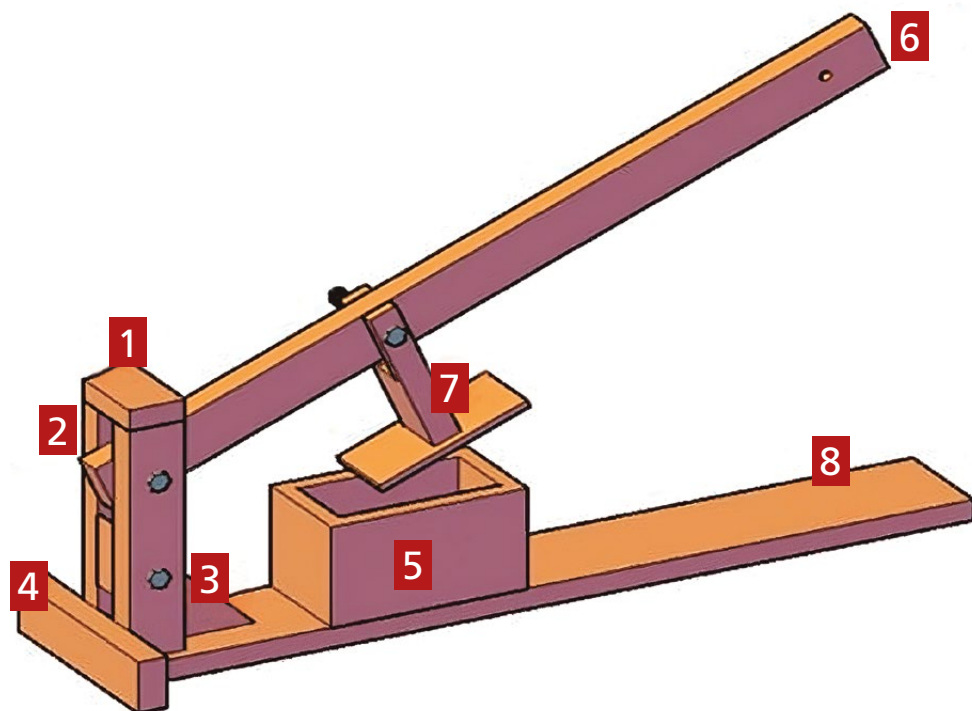


Figura 36. Modelo de prensa artesanal de madera.

Fuente: Elaborado por Jhon James Borja, diseñado por María Fernanda Riascos

De igual manera, en la figura 37 se presentan las piezas y el acoplamiento de un prototipo artesanal para la elaboración de BMN para cuyes.

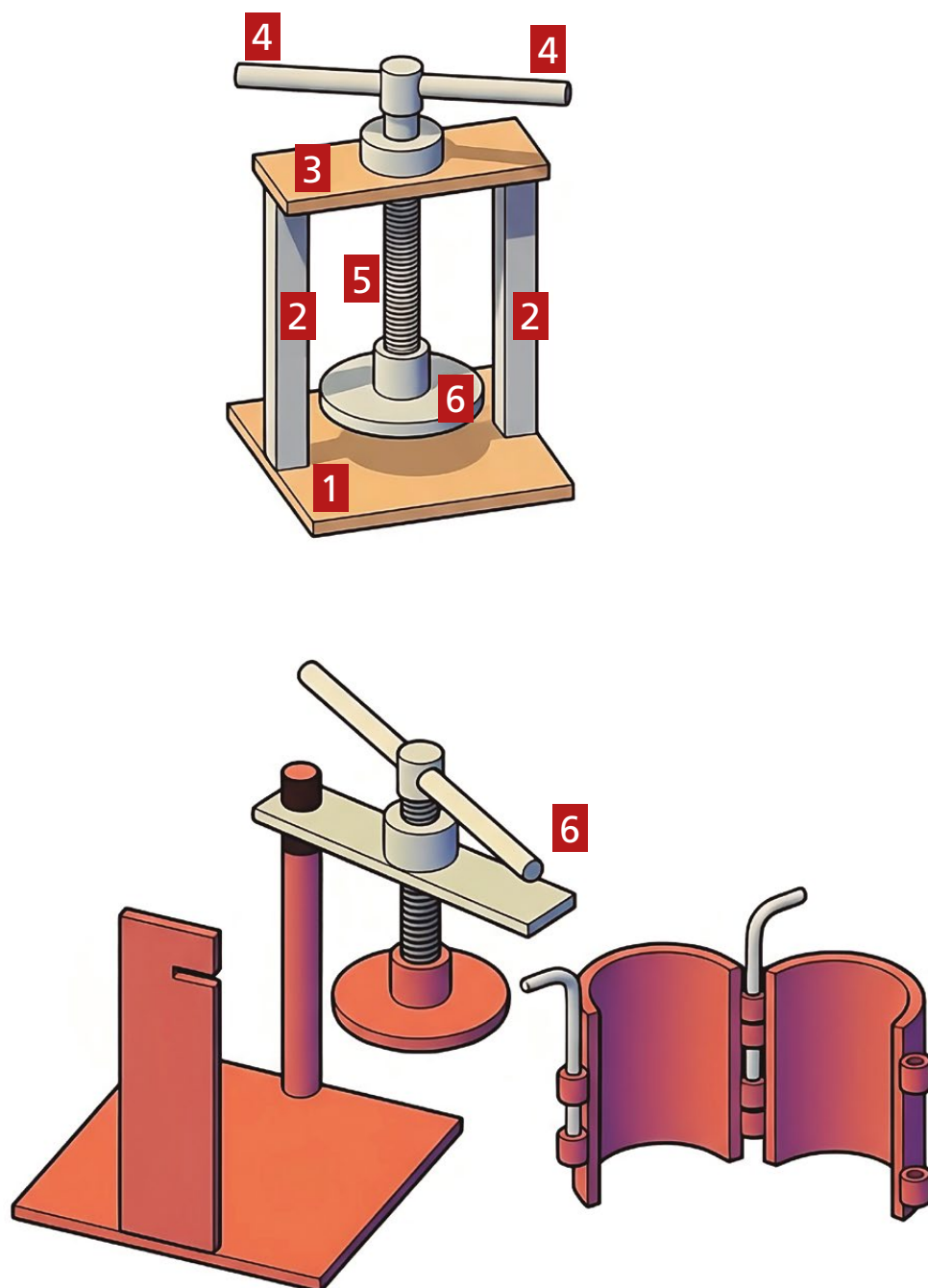


Figura 37. Descripción de piezas de la prensa para elaboración de BMN para cuyes.
Fuente: Elaborado por Jhon James Borja, diseñado por María Fernanda Riascos

En la figura 38 se detallan las piezas de la prensa artesanal para cuyes, con sus respectivas medidas.

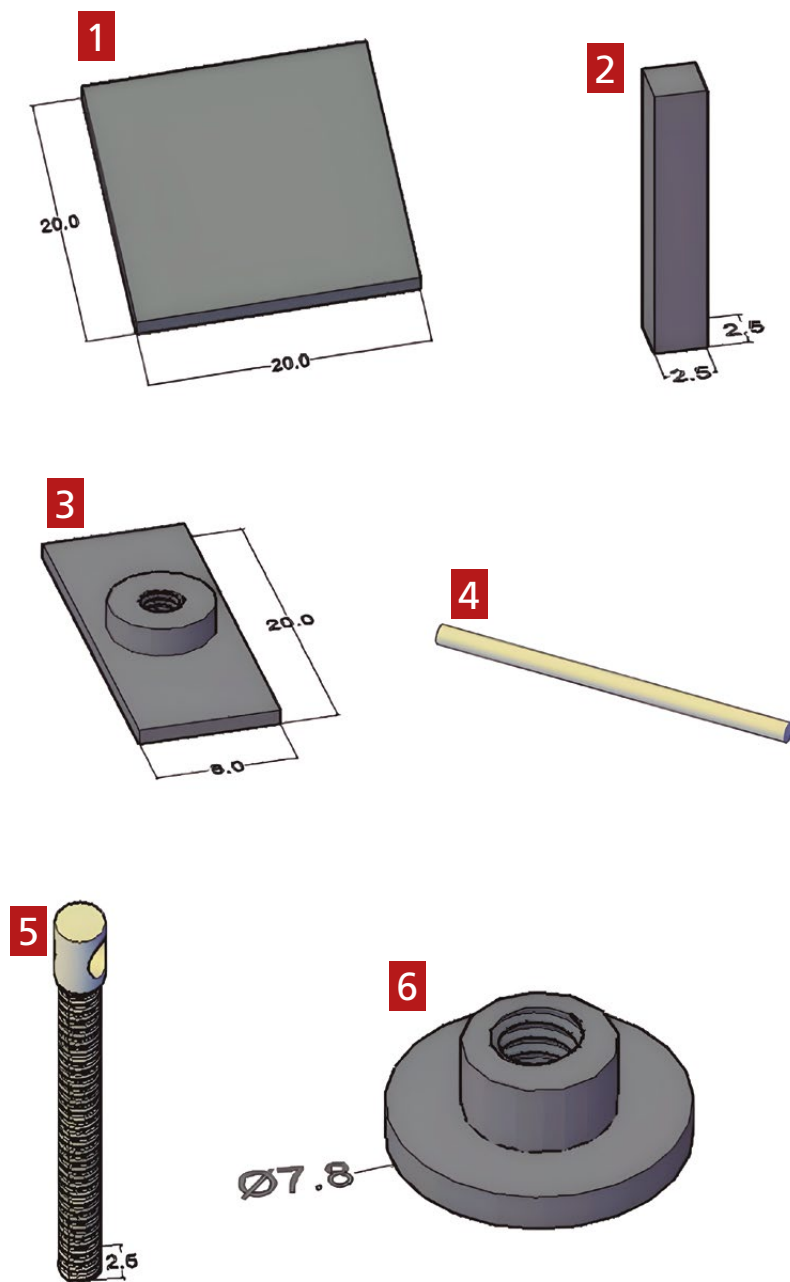


Figura 38. Detalle de las piezas de la prensa artesanal para cuyes.

Fuente: Elaborado por Jhon James Borja



Foto: Filadelfo Hernández

Figura 39. Prototipo de prensa para elaboración de BMN para cuyes.

Es importante destacar que para garantizar la resistencia de los BMN con el uso de este tipo de prensas artesanales se deben tener en cuenta dos factores: i) el tiempo de prensado y ii) el efecto de la prensa.



Foto: Jhon James Borja

Figura 40. Operación de la prensa artesanal de BMN para cuyes.

Así mismo, los autores del manual invitan cordialmente a los lectores interesados a seguir innovando en el diseño de estas piezas, de manera que puedan contribuir más fácilmente y de manera óptima a sus labores de elaboración de bloques multinutricionales.

Costos de elaboración de BMN

A manera de contexto, es importante tener en cuenta que los costos de producción son una información muy valiosa para estimar la rentabilidad y sostenibilidad de la actividad ganadera. Estos costos pueden variar significativamente según el tipo de actividad, la región geográfica, la temporada, la cantidad de producción, los precios de los insumos y otros factores.

En el sector agropecuario, los costos de producción se podrían organizar principalmente en dos categorías: i) costos variables, que son aquellos que pueden variar en función de la producción, tales como los insumos agrícolas y la alimentación animal; y ii) costos fijos, que permanecen constantes independientemente del nivel de producción, como los costos de maquinaria y equipos.

Para la estimación de los costos de elaboración de BMN se empleó la metodología denominada “costeo por absorción” o “costeo integral”, que involucra todos los gastos relacionados con la producción y facilita la determinación del costo total de cada producto final (Horngren, 2012). Igualmente, se generó una estructura de costos, que consiste en un esquema donde se plasma cada una de las actividades o labores realizadas y se especifica la cantidad y el valor del bien o servicio utilizado. Estos esquemas, en bovinos y cuyes respectivamente, se realizaron contemplando tres categorías (mano de obra, insumos requeridos y maquinaria y equipos utilizados), bajo dos escenarios: i) con la consecución de materias primas locales obtenidas de las fincas o que puedan ser de fácil acceso y ii) materias primas comerciales que sean compradas en su totalidad (Molina et al., 2020).

Se destaca que la presente valoración abarca de manera integral todos los componentes involucrados en la elaboración de los BMN. En particular, sobresale la valoración de la mano de obra, cuyo aporte es significativo, si bien en muchos casos no se considera, especialmente cuando se trata de mano de obra familiar que no implica un desembolso monetario.

Costos de producción de BMN para bovinos

Para propósitos prácticos y procurando aproximarse al contexto de las condiciones de los productores del trópico alto colombiano, los costos de producción de BMN para bovinos fueron calculados para un lote de producción de 30 bloques, de 5 kg cada uno, destinados a la alimentación de 10 vacas durante 30 días.

BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

En este escenario, los costos directos más relevantes son los requerimientos de mano de obra y los insumos agropecuarios.

En el caso de la mano de obra, la estimación del costo del jornal se hizo a través de un promedio de este valor durante el primer trimestre del año 2023 en el departamento de Nariño, con datos que fueron consultados en el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023). Igualmente, es importante recalcar que en caso de que se cuente con disponibilidad de equipos y herramientas adecuadas, como un molino o una prensa, la estimación de jornales puede tender a disminuir.

Tabla 14. Costos de mano de obra de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Corte y acarreo de subproductos	Jornal	0,6	30.000	18.750
Preparación de insumos	Jornal	0,6	30.000	18.750
Molienda	Jornal	0,5	30.000	15.000
Pesaje	Jornal	0,1	30.000	3.750
Mezclado	Jornal	2,0	30.000	60.000
Moldeado y compactado	Jornal	2,0	30.000	60.000
Secado	Jornal	0,1	30.000	3.750
Almacenamiento y empaclado	Jornal	0,3	30.000	7.500
Subtotal mano de obra				187.500

Fuente: Elaboración propia

En la estimación de insumos agropecuarios con el uso de las materias primas de las fincas, se seleccionó la colla negra como ejemplo de forraje verde, con un equivalente de 200 kg de forraje (solo hoja) obtenido de aproximadamente 22 árboles con 65-70 días de rebrote, lo que significaría alrededor de 4 a 5 cosechas del lote de colla para la obtención de los bloques requeridos al año. El valor unitario incorporado a la tabla de costos es representativo, dada la dificultad de obtener un referente en el mercado, por lo que no existe un valor transable. Este mismo cálculo puede ser válido para el

uso de otras materias primas como el botón de oro, ya que es un material similar a la colla en cuanto a cantidad, capacidad de rebrote, aporte de materia seca y disponibilidad en finca.

Tabla 15. Costos de insumos agropecuarios de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Colla (forraje seco)	Kg	30,0	500	15.000
Melaza	Kg	52,5	1.200	63.000
Cal hidratada	Kg	13,5	1.100	14.850
Flor de azufre	Kg	1,5	10.500	15.750
Urea	Kg	9,0	4.426	39.830
Sal mineral al 6 %	Kg	4,5	2.700	12.150
Mogolla de trigo, cascarilla de cebada	Kg	39,0	1.325	51.675
Empaque (papel periódico)	Rollo	1,0	3.000	3.000
Subtotal insumos agropecuarios				215.255

Fuente: Elaboración propia

En el aspecto de costos de maquinaria, equipos y herramientas, se estimó el uso y vida útil en términos de días para poder estimar a una misma unidad de tiempo para la elaboración de los 30 BMN. Por ejemplo, el machete para el corte de forraje tiene un valor comercial es \$35.000 (precio vigente en el año 2023) y una vida útil de dos 2 años, que es lo mismo que decir que su vida útil es de aproximadamente 720 días y se usa aproximadamente 4 días para la elaboración de 30 BMN. Según lo anterior, el costo por usar esta herramienta es básicamente el costo del implemento (\$35.000) dividido entre los días de vida útil (720) y multiplicado por sus 4 días de uso, lo cual da como resultado un estimado de \$194.

Tabla 16. Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Machete	Unidad	1	194	194
Pala	Unidad	2	78	156
Balde de construcción	Unidad	3	18	55
Molde (artesanal)	Unidad	4	22	88
Gramera	Unidad	1	28	28
Subtotal maquinaria, equipos y herramientas				520

Fuente: Elaboración propia

Los costos indirectos de producción de 30 BMN no son representativos y contemplan únicamente el costo de uso de un espacio de almacenamiento inferior a 1 m², por lo cual su costo efectivo es marginal.

A continuación, se relacionan los costos consolidados de producción para 30 BMN en bovinos (bloques de 5 kg), diferenciados por cada uno de los rubros, bajo el escenario de aprovechamiento de materiales primas locales, con un valor total de \$403.285 y un costo unitario de \$13.443 por BMN.

Tabla 17. Costos consolidados de 30 BMN para bovinos. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Rubro/categoría	Valor (\$)	Participación (%)
Mano de obra	187.500	46 %
Insumos agrícolas	215.255	53 %
Maquinaria, equipos y herramientas	520	0 %
Costos indirectos	10	0 %
Total	403.285	100 %

Fuente: Elaboración propia

BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

En caso de que no se cuente con disponibilidad o acceso a materias primas como la colla, el botón de oro u otras especies dentro de la finca, sería necesario comprarlas. Este aspecto no solo afecta la relación de los insumos que se requieren, sino que también involucra un ajuste en la cantidad de mano de obra destinada a la labor de corte y preparación de la materia prima, tal y como se observa en la tabla 18.

Tabla 18. Costos de mano de obra de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Acarreo de materia prima	Jornal	0,3	30.000	9.000
Preparación de insumos	Jornal	0,9	30.000	28.125
Molienda	Jornal	0,5	30.000	15.000
Pesaje	Jornal	0,1	30.000	3.750
Mezclado	Jornal	2	30.000	60.000
Moldeado y compactado	Jornal	2	30.000	60.000
Secado	Jornal	0,1	30.000	3.750
Almacenamiento y empacado	Jornal	0,5	30.000	15.000
Subtotal mano de obra				194.625

Fuente: Elaboración propia

En el rubro de compra de insumos, para este ejercicio se contempla la compra de torta de soya como una alternativa factible, ya que sería una materia prima que aporta los requisitos nutricionales necesarios para la fabricación de los 30 BMN y es de fácil consecución. Se estima un incremento de aproximadamente un 15 % del costo en cuanto a materia prima frente al escenario anterior.

Tabla 19. Costos de insumos agropecuarios de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Torta de soya	Kg	8,0	6.000	48.000
Melaza	Kg	52,5	1.200	63.000
Cal hidratada	Kg	13,5	1.100	14.850
Flor de azufre	Kg	1,5	10.500	15.750
Urea	Kg	9,0	4.426	39.830
Sal mineral al 6 %	Kg	4,5	2.700	12.150
Mogolla de trigo	Kg	39,0	1.325	51.675
Empaque (papel periódico)	Rollo	1,0	3.000	3.000
Subtotal insumos agropecuarios				248.255

Fuente: Elaboración propia

El rubro de maquinaria, equipos y herramientas es el mismo que en el escenario anterior, ya que los procesos de transformación y manipulación de los componentes de los 30 BMN son los mismos.

Tabla 20. Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Machete	Unidad	1	194	194
Pala	Unidad	2	78	156
Balde de construcción	Unidad	3	18	55
Molde (artesanal)	Unidad	4	22	88
Gramera	Unidad	1	28	28
Subtotal maquinaria, equipos y herramientas				520

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el escenario de uso de materias primas locales, los costos indirectos no son representativos, ya que obedecen al espacio de almacenamiento de los 30 BMN. Así, se estima un costo total de fabricación de 30 BMN para bovinos (5 kg de peso), comprando la materia prima, de \$443.410, con un costo unitario de producción de \$14.780. Lo anterior presenta un incremento del 10 % en el costo con relación al escenario de aprovechamiento de materias primas locales.

Tabla 21. Costos consolidados de 30 BMN para bovinos. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Rubro/categoría	Valor (\$)	Participación (%)
Mano de obra	194.625	44 %
Insumos agrícolas	248.255	56 %
Maquinaria, equipos y herramientas	520	0 %
Costos indirectos	10	0 %
Total	443.410	100 %

Fuente: Elaboración propia

Costos de producción de BMN para cuyes

A continuación, se detallan los costos de producción bajo dos escenarios: i) uso de materias primas locales disponibles en las fincas y ii) compra de materias primas para la elaboración de 10 BMN para cuyes, con un peso estimado de 500 g por cada bloque. Estos 10 BMN pueden estar destinados a la alimentación de 50 cuyes de engorde durante 30 días.

BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

En el rubro de mano de obra es donde se pueden observar los costos más relevantes en el proceso, que corresponden en su mayoría a las labores de corte, acarreo y molienda de la materia prima, así como el moldeado y compactado de los BMN de manera artesanal, es decir, sin el uso de una prensa.

Tabla 22. Costos de mano de obra de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Corte y acarreo de subproductos	Jornal	0,1	30.000	3.000
Preparación de insumos	Jornal	0,3	30.000	9.375
Molienda	Jornal	0,5	30.000	15.000
Pesaje	Jornal	0,1	30.000	1.875
Mezclado	Jornal	0,1	30.000	1.875
Moldeado y compactado	Jornal	0,3	30.000	7.500
Secado	Jornal	0,1	30.000	3.750
Almacenamiento y empackado	Jornal	0,1	30.000	1.875
Subtotal mano de obra				44.250

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de los costos del rubro de insumos agropecuarios, se le otorga un precio simbólico a la materia prima y se detalla la diferencia principal con respecto a los BMN para bovinos, que es la ausencia de urea, que se reemplaza por harina de maíz. También se incluye un insumo adicional, el fosfato monocálcico monohidratado como fuente de fósforo y calcio para la dieta en cuyes, que es común que se reemplace por cáscara de huevo.

La materia prima local seleccionada para este ejercicio es la colla negra, de la cual se pueden reunir 9 kg de forraje verde (solo hoja) obtenido aproximadamente de un árbol a los 65-70 días de rebrote. Este mismo cálculo es válido en caso de que la materia prima sea botón de oro, ya que es un material similar en cuanto a cantidad, aporte de materia seca, rebrote y disponibilidad en las fincas.

Tabla 23. Costos de insumos agropecuarios de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Colla (forraje seco)	Kg	1,8	500	900
Melaza	Kg	2,0	1.200	2.400
Cal hidratada	Kg	0,3	1.100	330
Flor de azufre	Kg	0,1	10.500	1.050
Harina de maíz	Kg	0,4	3.500	1.400
Sal mineral al 6 %	Kg	0,0	2.700	108
Mogolla de trigo, cascarilla de cebada	Kg	0,5	1.325	663
Cáscara de huevo (fosfato monocálcico monohidratado)	Kg	0,1	27.000	1.350
Empaque (papel periódico)	Rollo	0,5	3.000	1.500
Subtotal insumos agropecuarios				9.701

Fuente: Elaboración propia

Los costos de maquinaria, equipos y herramientas se calculan según su uso para la obtención de los 10 BMN de 500 g para cuyes, por lo que se estiman en días, al igual que en el ejercicio de BMN para bovinos.

Tabla 24. Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Machete	Unidad	1	194	194
Pala	Unidad	1	78	78
Balde de construcción	Unidad	1	18	18
Molde (artesanal)	Unidad	2	22	44
Gramera	Unidad	1	28	28
Subtotal maquinaria, equipos y herramientas				362

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de los 10 BMN para cuyes, tomando en consideración su cantidad, volumen y peso, los costos indirectos de producción son mínimos y están asociados al uso de un espacio de almacenamiento inferior a 0,5 m², por lo que su costo efectivo es marginal.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se podría estimar que el costo total de producción de 10 BMN de 500 g de peso para cuyes, con el aprovechamiento de materias primas locales, sería de \$54.316, con un costo unitario de \$5.432 por bloque.

Tabla 25. Costos consolidados de 10 BMN para cuyes. Escenario de uso de materias primas locales: caso de la colla (*Smallanthus pyramidalis* [Triana] H. Rob.)

Descripción	Valor (\$)	Participación (%)
Mano de obra	44.250	81 %
Insumos agrícolas	9.701	18 %
Maquinaria, equipos y herramientas	362	1 %
Costos Indirectos	3	0 %
Total	54.316	100 %

Fuente: Elaboración propia

Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Como se puede observar, la variación más representativa bajo este escenario es en el rubro de los insumos agropecuarios, en donde se realizará adquisición de la torta de soya, lo que conlleva que los costos de compra se dupliquen aproximadamente con respecto al escenario de uso de materias primas locales disponibles en las fincas.

Tabla 26. Costos de mano de obra de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Acarreo de materia prima	Jornal	0,3	30.000	9.375
Preparación de insumos	Jornal	0,5	30.000	15.000
Molienda	Jornal	0,1	30.000	1.875
Pesaje	Jornal	0,1	30.000	1.875
Mezclado	Jornal	0,3	30.000	7.500
Moldeado y compactado	Jornal	0,1	30.000	3.750
Secado	Jornal	0,1	30.000	1.875
Almacenamiento y empackado	Jornal	0,3	30.000	9.375
Subtotal mano de obra				41.250

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Costos de insumos agropecuarios de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Torta de soya	Kg	1,8	6.000	10.800
Melaza	Kg	2,0	1.200	2.400
Cal hidratada	Kg	0,3	1.100	330
Flor de azufre	Kg	0,1	10.500	1.050
Harina de maíz	Kg	0,4	3.500	1.400
Sal mineral al 6 %	Kg	0,0	2.700	108
Mogolla de trigo	Kg	0,1	1.325	663
Cáscara de huevo (fosfato monocálcico monohidratado)	Kg	0,1	27.000	1.350
Empaque (papel periódico)	Rollo	0,1	3.000	1.500
Subtotal insumos agropecuarios				19.601

Fuente: Elaboración propia

El rubro de maquinaria, equipos y herramientas es el mismo que en el escenario anterior, ya que los procesos de transformación y manipulación de los componentes de los BMN tienden a ser los mismos.

Tabla 28. Costos de maquinaria, equipos y herramientas de BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Machete	Unidad	1	194	194
Pala	Unidad	1	78	78
Balde de construcción	Unidad	1	18	18
Molde (artesanal)	Unidad	2	22	44
Gramera	Unidad	1	28	28
Subtotal maquinaria, equipos y herramientas				362

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizados estos rubros, el consolidado de los costos totales de producción de 10 BMN para cuyes con un peso de 500 g cada bloque, bajo el escenario compra de materia prima, es de \$61.216, con un costo unitario de \$6.122 por bloque. Lo anterior indica un incremento del 13 % de los costos respecto al escenario de aprovechamiento de materias primas locales.

Tabla 29. Costos consolidados de producción de 10 BMN para cuyes. Escenario de compra de materias primas: caso torta de soya

Descripción	Valor (\$)	Participación (%)
Mano de obra	41.250	67 %
Insumos agrícolas	19.601	32 %
Maquinaria, equipos y herramientas	362	1 %
Costos indirectos	3	0 %
Total	61.216	100 %

Fuente: Elaboración propia







Capítulo III

Experiencias de uso de los bloques multinutricionales

Con el ánimo de ampliar un poco más el contexto alrededor del uso y efecto de los BMN, a continuación, se relacionan algunas experiencias documentadas sobre las dietas de bovinos y especies menores (cuyes) que pueden servir como referentes y complementan lo expuesto en el manual.

Experiencias del uso de BMN en la dieta de bovinos

En el año 2019, Espinel Duarte realizó un estudio con 14 vacas de doble propósito en producción, con cruces de Gyr, Jersey, Holstein y Pardo-Suizo, en el municipio de Villa del Rosario, departamento de Norte de Santander. El objetivo fue evaluar el efecto de los bloques multinutricionales (BMN) en la producción y la calidad de la leche. En el experimento, los animales se dividieron en dos grupos de siete. Al primer grupo no se le suministraron BMN, mientras que los siete animales del segundo grupo sí recibieron la suplementación con BMN. Se utilizaron 50 BMN, cada uno con un peso

de 5 kg, elaborados con los siguientes ingredientes: 35 % de melaza de caña, 10 % de urea, 10 % de cal, 35 % de harina de maíz, 8 % de sal mineralizada y 2 % de flor de azufre.

Los resultados del estudio mostraron que la producción en litros de leche de las vacas que recibieron suplementación con los BMN fue de entre 12,26 y 10,37 L/animal/día, mientras que el grupo de vacas que no fue suplementado con los BMN mostró producciones de entre 12,13 y 9,33 L/animal/día. Además, se observó una mejora significativa en el contenido de la grasa en la leche del grupo de las vacas que recibieron suplementación con los BMN, que fue de 5,12 %, mientras que en el grupo que no se suplementó con BMN el contenido de grasa en la leche fue de 4,08 %. Estos resultados indican que la suplementación con los BMN tuvo un impacto positivo en la producción y la calidad de la leche en el sistema de producción bovina estudiado.

En el mismo año, Alan Díaz (2019) realizó un estudio en Yarimaguas, Perú, con el objetivo de investigar el efecto de la suplementación con bloques multinutricionales (BMN) elaborados con diferentes concentraciones energéticas y proteicas en la producción de leche de vacas en pastoreo. Se seleccionaron 12 vacas criollas en producción de leche, de uno a dos partos, con un promedio de peso vivo de 381,62 kg, 90 días de lactancia y condición corporal de 2,38. Los animales se dividieron en cuatro grupos de tres individuos. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- Grupo 1: alimentación de las vacas a base de pastoreo directo con *Brachiaria huminicola* y sales minerales, sin suplementación con BMN.
- Grupo 2: alimentación a base de pastoreo (*Brachiaria huminicola*) y suplementación con BMN elaborados con insumos tradicionales, con los siguientes ingredientes: 13 % maíz molido, 10 % torta de soja, 7 % pasta de algodón, 5 % polvillo, 35 % melaza, 5 % sal mineral, 5 % sal común, 10 % urea, 5 % cal y 5 % cemento.
- Grupo 3: alimentación a base de pastoreo (*Brachiaria huminicola*) y suplementación con BMN elaborados con insumos regionales, con los siguientes ingredientes: 35 % melaza, 5 % sal mineral, 5 % sal común, 10 % urea, 5 % cal, 5 % cemento, 16,5 % harina de palmiste, 18 % harina de coco y 0,5 % aceite de palma.
- Grupo 4: alimentación a base de pastoreo (*Brachiaria huminicola*) y suplementación con BMN elaborados con insumos regionales y tradicionales, con los siguientes ingredientes: 5 % maíz molido, 5 % torta de soja, 35 % melaza, 5 % sal mineral, 5 % sal común, 10 % urea, 5 % cal, 5 % cemento, 12 % harina de palmiste, 12,5 % harina de coco y 0,5 % aceite de palma.

Los tres grupos de vacas que fueron suplementados tuvieron acceso a los bloques durante tres horas diarias después del ordeño, mientras que el grupo de vacas testigo (es decir, que no recibieron suplementación con BMN) consumió únicamente la ración normal diaria compuesta por sales minerales y pastoreo. Se observó una diferencia altamente significativa en la producción láctea, ya que el grupo 1 presentó una producción de leche de 3,81 L/animal/día, mientras que en los grupos de vacas suplementadas con BMN la producción de leche fue de entre 4,5 a 6,24 L/animal/día.

En conclusión, la suplementación con BMN mejoró el ambiente ruminal de las vacas y promovió un mejor aprovechamiento del forraje de baja calidad, lo cual se traduce en un aumento significativo en la producción de leche.

Experiencias del uso de BMN en la dieta de cuyes

En el año 2020, Gómez-Hoyos llevó a cabo un estudio en el municipio de Argelia, Cauca, con el objetivo de analizar la eficiencia productiva y económica del uso de forrajes, concentrado y un bloque multinutricional en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de engorde. En este estudio se evaluaron cuatro tratamientos distintos:

- Tratamiento 1, que consistió en alimentar a los cuyes únicamente con forraje.
- Tratamiento 2, que incluyó forraje y concentrado.
- Tratamiento 3, que incluyó forraje y un bloque nutricional que contenía maíz, torta de soya, afrechillo de trigo, harina de hueso, melaza, urea, premezcla de vitaminas y minerales, sal mineral, carbonato de calcio y cemento.
- Tratamiento 4, que consistió en una combinación de forraje, concentrado y el bloque nutricional que contenía maíz, torta de soya, afrechillo de trigo, harina de hueso, melaza, urea, premezcla de vitaminas y minerales, sal mineral, carbonato de calcio y cemento.

Los resultados del estudio indicaron que los cuyes que recibieron el tratamiento 3 presentaron rendimientos similares a aquellos que se alimentaban con concentrado, y además los costos de producción disminuyeron significativamente. Adicionalmente, los cuyes alimentados con el bloque nutricional obtuvieron un margen de ganancia superior a aquellos que recibieron concentrado comercial y forraje.

Por otra parte, en la Estación Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria, en el distrito de Paucarcolla, provincia de Puno, Perú, se realizó un estudio con el propósito de evaluar el efecto de la urea en BMN sobre la ganancia de peso vivo y el rendimiento de la canal de cuyes (Ramos, 2018).

Los animales se dividieron en cuatro grupos. En el grupo de animales que no se suplementó con bloques, las raciones alimenticias se elaboraron solamente con heno de avena y alfalfa, mientras que para los tres grupos de cuyes restantes suplementados con bloques se utilizaron raciones alimenticias con base en heno de avena y bloques nutricionales con adición de 1, 3 y 5 % de urea respectivamente. Como resultado, se observó que la mejor respuesta en términos de peso vivo, ganancia y rendimiento en canal se logró al suministrar a los cuyes una dieta compuesta por heno de avena y bloques nutricionales con un 1 % de urea. Sin embargo, el estudio permitió concluir que el suministro de bloques nutricionales con diferentes niveles de urea influyó en la ganancia de peso y el rendimiento en canal de la carne de cuy (Ramos, 2018, p. 12).

En el año 2021, Marcia Quingaluiza, en Latacunga, Ecuador, llevó a cabo un estudio para evaluar las variables productivas en cuyes machos durante las primeras seis semanas posteriores al destete. En este estudio, utilizó bloques nutricionales elaborados con subproductos de mercado, tales como residuos de lechuga, repollo o col y cáscara de papa. Durante el estudio se incluyeron cuatro tratamientos:

- Tratamiento 1: cuyes alimentados solo con alfalfa.
- Tratamiento 2: cuyes alimentados con alfalfa y bloques nutricionales elaborados con lechuga.
- Tratamiento 3: cuyes alimentados con alfalfa y bloques nutricionales elaborados con repollo.
- Tratamiento 4: cuyes alimentados con alfalfa y bloques nutricionales elaborados con cáscara de papa.

Los resultados obtenidos mostraron que la dieta del tratamiento 4 (alfalfa + bloque nutricional con cáscara de papa) fue la que obtuvo la mayor ganancia de peso y conversión alimenticia. Este estudio sugiere que la inclusión de bloques nutricionales con base en subproductos de mercado puede considerarse como una alternativa de suplementación a cuyes en épocas de escasez de forraje, de manera que los cuyes puedan cumplir con su etapa productiva, los productores obtengan costos de producción accesibles y rentables y se genere una mitigación de los efectos ambientales negativos con el reciclaje de subproductos, lo cual contribuye a la economía familiar circular.





Glosario

Aminoácidos: compuestos que se combinan para formar proteínas y son la base de la vida orgánica.

Aminoácidos esenciales: son aquellos aminoácidos que el propio organismo no puede sintetizar por sí mismo, y, por lo tanto, debe consumirlos de una fuente externa.

Aminoácidos no esenciales: son aquellos aminoácidos que el cuerpo puede sintetizar y no requiere consumirlos de manera directa en la dieta.

Caducifolias: en botánica y horticultura, son aquellas plantas (árboles, arbustos o herbáceas perennes) que pierden todas sus hojas durante parte del año.

Carbohidratos: también conocidos como hidratos de carbono, son aquellos azúcares, almidones y fibras que proveen una fuente de energía al organismo. Se encuentran en alimentos como frutas, granos, verduras y productos lácteos.

Conversión alimenticia: significa la transformación de un alimento suministrado al animal en carne, leche o alguna proteína.

Corimbo: es un tipo de inflorescencia (agrupación de flores) en forma de racimos largos y cortos que se igualan a un mismo nivel.

Corola: corresponde a la parte interna de la flor, que se encuentra conformada por pétalos.

Costo de producción: es el valor económico que se requiere para fabricar un producto o prestar un servicio determinado.

Costo fijo: costo que permanece constante sin importar los cambios del volumen de producción.

Costo unitario: costo de producir una unidad de un producto o servicio.

Costo variable: costo que se modifica respecto a las variaciones del volumen de producción.

Digestibilidad: es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento.

Energía neta de lactancia: es la energía total que necesita una vaca para producir leche.

Fibra detergente neutra: es un indicador para la digestibilidad de la fibra de los alimentos que mide la fracción insoluble en detergente neutro, la cual está compuesta básicamente por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Fibra detergente ácida: es un indicador que mide la digestibilidad de la fibra de los alimentos y corresponde a la fracción insoluble de la fibra en un detergente ácido.

Fibra dietética: es un componente dietético que se encuentra en alimentos de origen vegetal con sustancias que no pueden ser digeridas por el organismo.

Fitoesteroles: son factores alimentarios que reducen la absorción de colesterol en el intestino por competencia y que poseen una estructura química similar a la del colesterol. Se encuentran de forma natural en las semillas de oleaginosas y cereales.

Foliolo: se refiere a cada una de las hojas pequeñas que forman una hoja compuesta.

Fuste: se le conoce también como tronco o tallo de los árboles y comprende desde la base hasta la punta, sin incluir las ramas.

Galactogogo: son medicamentos u otras sustancias que parecen ayudar en el inicio, mantenimiento o aumento en la tasa de síntesis de leche materna.

Glabras: son las hojas o los tallos que no contienen pelos.

Granza: residuo del trigo y la cebada cuando se avientan y tamizan.

Heliófilo: se dice de los seres vivos que requieren sol directo para su desarrollo.

Lígula: apéndice membranoso situado entre el limbo y el pecíolo de las hojas de las gramíneas.

Limbo: parte ensanchada y aplanada de las hojas, sépalos, pétalos y tépalos.

Lóbulo: zonas salientes que poseen las hojas de algunas especies.

Micotoxinas: se refiere a compuestos tóxicos producidos por ciertos tipos de hongos (mohos) que pueden crecer en diversos alimentos, bajo determinadas condiciones (humedad y temperatura). Su presencia en los suplementos pecuarios puede causar problemas de sanidad. Las más comunes son aflatoxina, ocratoxina, zearalenona y fumonisina, entre otras.

Palatabilidad: puede ser definida como la aceptación de un alimento por parte de un animal en lo que se refiere a los aspectos de olor, sabor y textura.

Pecíolo: estructura que une la lámina de la hoja con la rama o el tallo.

Pedúnculo: se refiere al rabillo de la hoja, flor o fruto con el que se une al tallo.

Proteína bruta: corresponde al valor teórico asignado al contenido en proteína de un alimento y que se obtiene multiplicando el contenido en nitrógeno por 6,25. Este cálculo considera que todo el nitrógeno está presente en forma de proteína y que la proteína tiene un 16 % de nitrógeno como promedio.

Semolina: es un sustituto de la harina normal.

Vainas: las vainas o legumbres corresponden a frutos que contienen la semillas en forma de hilera.

Vida útil: periodo de tiempo en el que se espera utilizar un activo o producto, bajo una actividad económica eficiente.

Zarcillos: estructuras de fijación frecuentes en las plantas trepadoras. Suelen tener forma de filamento que se engancha o retuerce sobre los tallos de otras plantas para mantener erguido el tallo.



Referencias

- Abella, I. (2000). *La magia de los árboles* (3.^a ed.). Integral.
- Agronet. (2020, septiembre 14). *La colla negra: una especie con potencial para ser incorporada en sistemas de alimentación animal*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/La-Colla-negra-una-especie-con-potencial-para-ser-incorporada-en-sistemas-de-alimentaci%C3%B3n-animal.aspx>
- Álvarez-Sánchez, D., Salazar-González, C., Sañudo-Sotelo, B. & Betancourth-García, C. (2021). Evaluación fenotípica de semillas de haba (*Vicia faba* L.) colectadas en Nariño-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1874>
- Álvarez, D., Maigual, H., Salazar, C. & Betancourth, C. (2023). Caracterización fenotípica y clasificación jerárquica de 73 accesiones de haba (*Vicia faba* L.) colectadas en Nariño. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 14(2), 11-27. <https://doi.org/10.22490/21456453.6256>
- Andrade, G. I., Chaves, M. E., Corzo, G., & Tapia, C. (Eds.). (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35145>
- Apráez Guerrero, J. E., & Gálvez Cerón, A. L. (2019). *Alternativas alimentarias para la producción pecuaria del trópico alto de Nariño*. Editorial Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/6115/1/alternativas%20alimentarias.pdf>
- Araujo, O., Vargas, J., Ortega, E., & Lachmann, M. (2001). Influencia del tiempo de almacenamiento de los bloques multnutricionales sobre el consumo y la digestibilidad del heno en corderos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 9(2), 104-107.
- Aroche-Ginarte, R., Rodríguez-Bertot, R., Valdivié-Navarro, M., & Martínez-Aguilar, Y. (2011). Semilla de calabaza en dieta para pollos de ceba. *Revista de Producción Animal*, 23(2). <https://core.ac.uk/download/pdf/268092555.pdf>

- Arroyo-López, A. L., & Fajardo-Insuasty, P. A. (1998). *Evaluación nutritiva de cuatro niveles de hoja de calabaza (Cucurbita pepo L.) en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) durante la fase reproductiva* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Nariño.
- Aucal, S. A., Balocchi, O. B., & Keim, J. P. (2015). Inclusión del nabo forrajero (*Brassica rapa* L.) como suplemento estival en dietas ofrecidas a vacas lecheras en predios de la provincia de rancho. *Agro Sur*, 43(3), 9-18. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2015.v43n3-02>
- Aysabucha, Y. (2020). *Evaluación del uso de la chilca (Baccharis latifolia) al 10 %, 20 % y 30 % como suplemento en la alimentación de ovinos de 6 meses de edad en el CEASA* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6712/1/PC-000884.pdf>
- Baizán, S., Mainar, F., González, M., González, C., De-la-Roza, B. A., Soldado, A., & Martínez, A. (2015). Alternativas forrajeras sostenibles como cultivo invernadero en zonas templadas. *Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 45(2), 23-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5733085>
- Barry, T. N. (2013). The feeding value of forage brassica plants for grazing ruminant livestock. *Animal Feed Science and Technology*, 181, 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.01.012>
- Bartholomaeus, A., Cortés, A., Santos, J., Acero, L., & Moosbrugger, W. (1998). *El manto de la tierra: flora de los Andes* (3.^a ed.). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Benavides, S., González, B., & Cruz, F. (2004). *Determinación del valor nutricional y presencia de metabolitos secundarios en las especies con potencial forrajero, Acacia decurrens y Braccharis latifolia*. Universidad de Cundinamarca.
- Borreani, G., Revello, S., Colombini, M., Odoardi, R., Paoletti, R., & Tabacco, E. (2009). Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. *Animal Feed Science and Technology*, 151(3-4), 316-323. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.01.020>
- Botero, R., & Hernández, G. (1996). *Avances en la elaboración y uso de bloques multinutricionales*. Seminario “Experiencias sobre sistemas sostenibles de producción agropecuaria y forestal en el trópico”. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, Costa Rica. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000037.pdf>

- Calle, Z., & Murgueitio, R. E. (2008). *El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Boton_de_Oro_y_Ganaderia.pdf
- Campiño, R., Urquiaga, S., Pino, I., & Montenegro, A. (2003). Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del ^{15}N . *Agricultura Técnica*, 63(2), 169-179. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072003000200006>
- Cardona, J. L., Castro Rincón, E., Guatusmal Gelpud, C., Valenzuela Chirán, M., Ríos Peña, L. M., & Urbano Estrada, M. F. (2022). *Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Manual para actores del sector agropecuario*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405774>
- Cardona-Iglesias, J. L., Castro Rincón, E., Avellaneda, Y., Valenzuela Chirán, M., Ríos Peña, L. M., & Rodríguez Monroy, T. (2022). *Alimentación estratégica en sistemas ganaderos del trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405491>
- Carrizosa Umaña, J. (2014). *Colombia compleja*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32548>
- Carvajal, T., Lamela, L., & Cuesta, A. (2012) Evaluación de las arbóreas *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la sábana de Bogotá, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 417-430. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n4/pyf07412.pdf>
- Clavijo, E., & Cadena, P. (2011). *Producción y calidad nutricional de la alfalfa (Medicago sativa) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos* [Tesis de licenciatura, Universidad de La Salle]. Repositorio Todo DSpace. <https://hdl.handle.net/20.500.14625/23547>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2023). *AlimenTro* [Base de datos]. <http://alimentro.agrosavia.co/Estadisticas/ReporteAnalisis>
- Cortes, K., & Ramos, L. (2018). *Caracterización nutricional y antinutricional de algunas especies forrajeras promisorias para alimentación animal en el municipio de Pasto* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18200/30742804.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2023, abril). *Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA)*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Anexos_Insumos_abr_2023.xlsx
- Díaz, A. (2019). *Efectos de bloques multinutricionales con alimentos regionales en la suplementación de bovinos en producción de leche al pastoreo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7400/Alan_Trab.Suf.Prof_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escobar Pachajoa, L. D., Guatusmal Gelpud, C., Moreno Vargas, D. C., & Castro Rincón, E. (2022). *Sistemas silvopastoriles: alternativa sostenible para las fincas del trópico altoandino*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405729>
- Escobar-Zambrano, P. A., & Urbano-González, J. F. (2018). *Producción de cuyes. Alternativas Sena para el Desarrollo del Campo*. Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro Internacional de Producción Limpia-Lope, Regional Nariño. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5251/produccion_cuyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinell Duarte, V. (2019). *Evaluación del efecto de la inclusión de bloques multinutricionales sobre la producción y calidad de la leche en vacas doble propósito, en condiciones de bosque seco tropical* [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander]. Repositorio UFPS. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/3797>
- Faner, C. (2001). *La pastura de alfalfa como fuente de alimentación para cerdos en crecimiento y terminación*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/72-alfalfa.pdf
- Fernández, A. (2012, septiembre 17). *Bloques multinutricionales (BMN) y suplemento activador ruminal (SAR)*. Ergomix. https://www.engormix.com/lecheria/bloques-multinutricionales/bloques-multinutricionales-bmn-suplemento_a29493/
- Feucher, F. (1988). *El uso correcto de la urea en la alimentación del ganado*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/80-urea.pdf

- Gálvez, A. (2005). Experiencias de manejo silvopastoril y alimentación animal en sistemas altoandinos. En *Curso instrumentos y mecanismos para la gestión integral y sostenible de cuencas* (pp. 10-15). INWENT, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, ARPAS, CORNARE.
- Ganadería.com. (2021). *Agricultura propone alimentar al ganado con residuos de calabaza chihua en tiempos de sequía*. <https://www.ganaderia.com/destacado/agricultura-propone-alimentar-al-ganado-con-residuos-de-calabaza-chihua-en-tiempos-de-sequia>
- Garza O. S., Núñez G. H. C., Serrano E. A., Huez, L. M. A., & López E. J. (2010). Comportamiento diferenciado de líneas, híbridos y criollos de calabaza arota (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en primavera y otoño. *Biotechnia*, 12(3), 3-13. <https://doi.org/10.18633/bt.v12i3.96>
- GBIF Secretariat. (2022). *Brassica rapa* L. [Checklist dataset]. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/es/species/7903057>
- Giraldo, J., Sinisterra, J., & Murgueitio, E. (2011). Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. *Leisa, Revista de Agroecología*, 27(2), 15-18. <https://leisa-al.info/index.php/journal/issue/view/65/69>
- Giraldo, L., & Bolívar, D. (2002). *Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en clima frío de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6692/1/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf
- Gómez-Hoyos, A. (2020). *Análisis de la eficiencia productiva y económica del uso de forrajes, concentrado y un bloque nutricional en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), en etapa de engorde en el municipio de Argelia, Cauca [Proyecto aplicado]*. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36543>
- Gualoto Lata, G. A. (2018). *Evaluación de diferentes niveles de harina de pennisetum violaceum (Maralfalfa) en la elaboración de bloques nutricionales y su utilización en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8158/1/17T1525.pdf>

- Guenko, G. (1983). *Fundamentos de la horticultura cubana*. Editorial Pueblo y Educación.
- Gutiérrez, R. A. (2002). *Guía para la elaboración de bloques mutinutricionales de melaza como suplemento alimenticio en los trópicos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/143-Bloques.pdf
- Hernández, M. (2011). *Ganadería ecológica. Principales especies arbóreas y arbustivas usadas en sistemas silvopastoriles de la región de Sumapaz, Colombia. Condiciones agroecológicas, técnicas de propagación y usos en producción ganadera*. Universidad de Cundinamarca.
- Horngren, C. T. (2012). *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial* (14.ª ed.). Pearson Educación.
- Horque, R. (2004). *Cultivo del haba*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/715ee52d-6df5-4fdb-886f-f334bf6a8f99/content>
- Hoyos, M., & Yep, M. (2008). *Diseño de una formulación de aplicación tópica a base de Baccharis latifolia (Chilca), con efecto antiinflamatorio* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://core.ac.uk/download/pdf/323352574.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). Resolución 115708. “Por la cual se establecen los requisitos para obtener la Autorización Sanitaria y de Inocuidad en los predios productores de animales destinados a la producción de carne y/o leche para el consumo humano”. <https://www.ica.gov.co/getattachment/95a2f616-b4d9-4710-99fb-d0c3141902b6/2021R115708.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2023). Resolución 16023. “Por la cual se modifica la Resolución 115708 del 27 de diciembre de 2021 que establece los requisitos para obtener la autorización sanitaria y de inocuidad en los predios productores de animales destinados a la producción de carne y/o leche para el consumo humano”. <https://www.ica.gov.co/getattachment/6cf83d7a-f62e-4227-b39a-f682cd57e2cb/2023R00016023.aspx>
- Jaramillo, B. (2011, octubre 5). *Evaluación del crecimiento de terneras Holstein con la suplementación de dos niveles de Sauco (S. nigra) en pastoreo con kikuyo (P. clandestinum)*. Ergomix. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/terneras-holstein-t28996.htm>
- Jaramillo, Y., & Jiménez, J. (2000). *Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas Holstein en el trópico alto de Nariño, Colombia* [Trabajo de grado]. Universidad de Nariño. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21814>

- Lagos Burbano, E., Cardona Iglesias, J. L., & Castro Rincón, E. (2022). *Subproductos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.): usos en alimentación animal y producción de compost*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406238>
- Lanuza, F. (2011). Suplementos alimenticios. En R. Pulido, J., Parga, F. Lanuza, & O. Balocchi (Eds.), *Suplementación de vacas lecheras a pastoreo* (pp. 21-48). Consorcio Tecnológico de la Leche S. A.
- Ley 1876 de 2017. “Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y se dictan otras disposiciones”. Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*, n.º 50.461. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30034416>
- Luna Cabrera, G. C., Delgado Vargas, I. A., & Burgos Ordóñez, L. C. (2022). *Árboles. Conocimiento local en el corregimiento de Morasurco, Pasto-Nariño*. Universidad de Nariño. <https://doi.org/10.22267/lib.udn.027>
- Mac, R. (2013). *Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico* [Ponencia]. VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición, Rosario, Argentina. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/105-Conversion_decision_engordes.pdf
- Mancheno, C. (2019). *Elaboración de bloques nutricionales mediante el uso harina de semilla de Cucurbita maxima, Carica papaya, Citrullus lanatus y Cucumis melo como antiparasitarios naturales y su efecto en la producción en cuyes* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14223>
- Molina Romero, A. M., Caicedo Guerrero, S., Ostos Triana, M. E., & Reyes-Díaz, J. C. (2020). *Guía de registro para costos de producción de pequeños y medianos agricultores de cultivos transitorios en el piedemonte llanero*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403992>
- Muñoz D., Calvache D., & Yela, J. (2013). Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(1), 38-53.
- Nadal, S., Moreno, M., & Cubero, J. (2004). *Las leguminosas de grano en la agricultura moderna*. Mundi-Prensa.
- Nash, D. L. (1976). *Flora of Guatemala* (Fieldiana. Botany Series, vol. 24, part 12). Field Museum of Natural History.

- Nieto-Sierra, D. F., Meneses-Buitrago, D. H., Morales-Montero, S. P., Hernández-Oviedo, F., & Castro-Rincón, E. (2020). Características productivas de cultivos forrajeros para suplementación en sistemas de producción de leche, Nariño, Colombia: evaluación forrajes. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 177-192. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36596>
- Palma-García, J. M., & Cruz-Urbe, J. F. (2020). *Tecnologías sociales en la producción pecuaria de América Latina y el Caribe*. Universidad de Colima. http://www.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/TecnologiasSociales_DIGITAL_504.pdf
- Parga, J., Barrientos, L., Pulido, R., Canto, F., Lanuza, F., Balocchi, O., & Uribe, C. (2010). Suplementación estival de vacas lecheras a pastoreo con nabo forrajero (*Brassica rapa* L.): respuesta productiva. *Libro de resúmenes. XXXV Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal y I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico* (pp. 117-118). <https://www.sochipa.cl/wp-content/uploads/2020/04/Congreso-Coyhaique-2010.pdf>
- Quingaluisa, M. (2021). *Elaboración de bloques nutricionales a base de subproductos de mercado (lechuga, col y cáscara de papa) para la alimentación de cuyes machos (Cavia porcellus) durante las seis primeras semanas postdestete en Latacunga-Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7993>
- Quiroga, H. (2013). Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 503-516. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i4.1183>
- Ramos, M. (2018). *Influencia de suministro de bloques nutricionales con tres niveles de urea en alimentación de cuyes (Cavia porcellus) en Inía, Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/9494>
- Reynel C., & León J. (1990). *Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos*. Ministerio de Agricultura, FAO.
- Ríos-Kato, C.I. (1999). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En D. M. Sánchez & M. Rosales (Eds.), *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica* (pp. 217-230). FAO..
- Rivero Espitia, T., Salcedo Carrascal, E., & Gómez Ayala, W. (2013). *Elaboración de bloques multinutricionales (BMN) para la alimentación de rumiantes de la región Caribe*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1905>

- Rodríguez, E. (2019). *Elaboración de bloques nutricionales mediante el uso de diferentes niveles de Baccharis latifolia (chilca) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14220/1/17T01611.pdf>
- Sánchez Matta, L., Amado Saavedra, G., Criollo Campos, P. J., Carvajal Salcedo, T., Roa Triana, J., Cuesta Peralta, A., Conde Pulgarín, A., Umaña Arboleda, A., Bernal, L. M., & Barreto de Escovar, L. (2009). *El aliso (Alnus acuminata H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13489>
- Sánchez, J. (2005). *Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fósforo y riego por goteo subsuperficial*. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Agraria]. Repositorio UAA. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7584/JOSE%20ELIGIO%20SANCHEZ%20HERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, L., Amado, S. G., Criollo, P. J., Carvajal, T., Roa, J., Cuesta Peralta, A., Conde, A., Umaña, A., Bernal, L. M., & Barreto, L. (2010). *El sauco (Sambucus nigra) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13488>
- Santamaría, C., Núñez, H., Medina, G., & Ruiz, J. (2000). *Producción y utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Potencial productivo de la alfalfa en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna.
- Silva-Benett, K. S., Caldas-Xavier, R., Sabin-Benett, C. G., Caixaeta-Salomo, L., Seleguini, A., Soares de Cantuário, F., & Silva-Martins, A. (2019). Nitrogen Application in Arugula Culture. *Journal of Agricultural Science*, 11(2). <https://doi.org/10.5539/jas.v11n2p385>
- Sosa, E., Pérez, D., Ortega, L., & Zapata, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*, 42(2), 129-144. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61342201.pdf>
- Tobía, C. R., & Vargas, E. (1999). Fabricación artesanal y semi-industrial de bloques nutricionales. *Nutrición Tropical*, 5(1), 51-65. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/10312/9707>

- Urzúa, H. (2005). Beneficios de la fijación simbiótica de nitrógeno en Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 32(2), 133-150. <https://doi.org/10.7764/rcia.v32i2.313>
- Velásquez, A. (2007). *Actividad antimicrobiana de extractos de *Franseria artemisioides*, *Rumex palustris*, *Baccharis latifolia*, *Cestrum parqui* y *Piper asterifolium* frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus faecalis** [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/538>
- Verdi, G., Brighente, C., & Pizzolatti, G. (2005). Género *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, económicos e biológicos. *Química Nova*, 28, 85-94. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100017>



Terminó de diseñarse
en marzo de 2026, Bogotá, D. C., Colombia

En la actualidad, múltiples factores están incrementando la vulnerabilidad sobre los agroecosistemas ganaderos: eventos climáticos extremos que conllevan una estacionalidad forrajera, fluctuación de precios y dinámicas del mercado y poco aprovechamiento de la biodiversidad, así como el incremento en la dependencia de insumos externos por el desgaste de los recursos del suelo y el agua, entre otros.

En ese sentido, la tecnología de elaboración y uso de bloques multinutricionales, como aporte a la estrategia de suplementación estratégica animal en el trópico alto colombiano, puede consolidarse como alternativa de adaptación al cambio climático y opción para el conocimiento y uso de los servicios ecosistémicos y la economía de los sistemas de ganadería familiar. Así mismo, es una respuesta innovadora para nuevos emprendimientos rurales de tipo individual o asociativo.

Esta publicación recoge las experiencias y aprendizajes del proceso de elaboración y uso de estos bloques dentro de las instalaciones del Centro de Investigación Obonuco, ubicado en el municipio de Pasto, Nariño, Colombia, así como los ejercicios de investigación participativa con asociaciones de pequeños productores en los departamentos de Nariño y Putumayo. Su objetivo es mostrar al lector los posibles beneficios, los principios de elaboración y los costos implícitos de esta tarea para orientar mejor la toma de decisiones en torno a dos actividades pecuarias familiares de gran representatividad en el suroccidente colombiano: la ganadería de leche y la producción de cuyes.



CORREO: **bac@agrosavia.co**
TELÉFONO: **(+57) 601 914 4677**

www.agrosavia.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta