

Lechería sostenible y rentable

Prácticas para pequeños productores de la subregión del Alto Putumayo

Darío Antonio **Vallejo Timarán**
Edwin **Castro Rincón**
Wilfrand Ferney **Bejarano Herrera**
Paola Andrea **Portillo López**
José Libardo **Jerma Lasso**
María Camila **Ortega Cepeda**
Filadelfo Hernández **Oviedo**
Lina Marcela **Ríos Peña**
Edmundo Andrés **Timarán Rivera**
David Eduardo **Dorado Martínez**

AGROSAVIA
EDITORIAL



**Sistemas
territoriales
de innovación**

Lechería sostenible y rentable

Prácticas para pequeños productores de la subregión del Alto Putumayo

Darío Antonio **Vallejo Timarán**
Edwin **Castro Rincón**
Wilfrand Ferney **Bejarano Herrera**
Paola Andrea **Portillo López**
José Libardo **Lerma Lasso**
María Camila **Ortega Cepeda**
Filadelfo **Hernández Oviedo**
Lina Marcela **Ríos Peña**
Edmundo Andrés **Timarán Rivera**
David Eduardo **Dorado Martínez**

AGROSAVIA
EDITORIAL



Lechería sostenible y rentable: prácticas para pequeños productores de la subregión del Alto Putumayo. / Darío Antonio Vallejo Timarán [y otros nueve] – Mosquera (Colombia) : AGROSAVIA, 2025.

88 páginas (Colección Transformación del Agro)
Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-879-9

ISBN e-Book: 978-958-740-880-5

1. Ganado de leche 2. Sostenibilidad 3. Sistema de innovación 4. Forraje 5. Conservación de los recursos 6. Conservación de suelos 7. Putumayo (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 Tibaitatá y sede central

Kilómetro 14, vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Obonuco

Kilómetro 5, vía Pasto-Obonuco, Nariño. Código postal 684511, Colombia.

Centro de Investigación La Selva

Kilómetro 7, vía Rionegro-Las Palmas, sector Llanogrande, Rionegro, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.

Centro de Investigación Nataima

Kilómetro 9, vía Espinal-Chicorál, Tolima. Código postal 733520, Colombia.

Centro de Investigación Turipaná

Kilómetro 13, vía Montería-Cereté, Córdoba. Código postal 230550, Colombia.

Centro de Investigación Motilonia

Kilómetro 5, vía a Becerril, Agustín Codazzi, Cesar. Código postal 202050, Colombia.

Esta cartilla es financiada por el proyecto Sistemas Territoriales de Innovación, Alto Putumayo, con recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Colección: Transformación del Agro-Sistemas Territoriales de Innovación

Tipología: Manual



Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co

Dirección editorial

Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Coordinación editorial

Ella Suárez

Corrección de estilo

Fernando Alviar Restrepo

Diseño y diagramación

Andrea Julieth Castellanos

Citación sugerida

Citación sugerida: Vallejo Timarán, D. A., Castro Rincón, E., Bejarano Herrera, W. F., Portillo López, P. A., Lerma Lasso, J. L., Ortega Cepeda, M. C., Hernández Oviedo, F., Ríos Peña, L. M., Timarán Rivera, E. A. y Dorado Martínez, D. E. (2025). *Lechería sostenible y rentable: Prácticas para pequeños productores de la región del Alto Putumayo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7408805>

Línea de atención al cliente

01 8000 121 515

atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co



Esta obra circula según los preceptos de la licencia Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Cláusula de responsabilidad

AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida 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 intereses 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.

Reconocimiento legal

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto *Implementación de los Sistemas Territoriales de Innovación con enfoque diferencial de la comunidad inga y consolidación de las líneas estratégicas de la comunidad Kamëntšá Biyá en la biorregión del Alto Putumayo*, desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), el cual fue financiado con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.





Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por su soporte para el desarrollo del proyecto *Implementación de sistemas territoriales de innovación con enfoque diferencial de la comunidad inga y consolidación de las líneas estratégicas de la comunidad kamëntsä biyá en la biorregión del Alto Putumayo*. De igual manera, agradecemos a las autoridades, integrantes y productores de leche pertenecientes al Cabildo Indígena Kamëntšä Biyá del Valle de Sibundoy (Putumayo); todos ellos colaboraron en la formulación y desarrollo de las actividades relacionadas con el diseño de un modelo para la producción sostenible de leche para la comunidad acorde con la implementación del sistema territorial de innovación (STI). Finalmente, expresamos también nuestros agradecimientos al equipo de trabajo del Centro de Investigación Obonuco de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Autores

Darío Antonio Vallejo Timarán

Correo: davallejo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6682-7743>

Investigador PhD asociado del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Médico veterinario por la Universidad de Nariño (Colombia).

Edwin Castro Rincón

Correo: ecastro@agrosavia.co

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

Investigador PhD *senior* del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Wilfrand Ferney Bejarano Herrera

Correo: wbejarano@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9094-5125>

Investigador PhD del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Paola Andrea Portillo López

Correo: pportillo@agrosavia.co

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

Investigadora máster del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.



José Libardo Lerma Lasso

Correo: jlerma@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4920-9801>

Profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

María Camila Ortega Cepeda

Correo: mcortega@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8271-3175>

Profesional de apoyo a la investigación del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Filadelfo Hernández Oviedo

Correo: fhernandez@agrosavia.co

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

Profesional de apoyo a la investigación del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Lina Marcela Ríos Peña

Correo: lmrios@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7452-2317>

Profesional de apoyo a la investigación del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

Edmundo Andrés Timarán Rivera

Correo: etimaran@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8203-4081>

Profesional de desarrollo de negocios del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

David Eduardo Dorado Martínez

Correo: dedorado@agrosavia.co

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

Profesional de desarrollo de negocios del Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.



Contenido

Presentación	13
Introducción	17
Capítulo 1. Proceso de construcción de las prácticas	23
Contexto de los sistemas territoriales de innovación	24
Sistemas territoriales de innovación con enfoque diferencial del pueblo kamentsá biya	26
Contexto del proceso participativo	27
Vitrina como espacio de cocreación y apropiación social del conocimiento	28



Capítulo 2. Prácticas sostenibles para mejorar la competitividad de los sistemas de lechería en el Alto Putumayo	31
Descripción de los suelos del valle de Sibundoy	32
Origen del suelo de la vitrina de ganadería sostenible.....	36
Estrategias de manejo y conservación de suelos	43
Forrajes: la clave para una nutrición animal óptima.....	50
 Capítulo 3. Convierte tu producción en un negocio rentable	 77
Referencias	84





Presentación



La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) pone a disposición de los lectores este manual *Lechería sostenible y rentable: prácticas para pequeños productores de la subregión del Alto Putumayo*. La publicación presenta conceptos técnicos básicos y recomendaciones prácticas para implementar un sistema lechero con ganadería sostenible, enfocado en formular soluciones viables a corto, mediano y largo plazo que propicien alto impacto en las unidades productivas del valle de Sibundoy, del departamento de Putumayo (Colombia).

Este manual está dirigido a los productores de leche de la comunidad indígena kamentsá biya de Sibundoy, así como a asociaciones de productores, asistentes técnicos, extensionistas rurales y demás actores vinculados a la producción lechera en el Alto Putumayo, tanto para el autoabastecimiento como para la comercialización.

En este contexto, este manual busca sensibilizar al lector frente a las estrategias orientadas a implementar los sistemas lecheros mencionados, las cuales integran la conservación de los recursos suelo y agua, el uso eficiente de los forrajes, el manejo nutricional del ganado, el bienestar animal y la adaptación al cambio climático. Tales acciones ofrecen herramientas prácticas para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las unidades productivas en el trópico alto.

Esta publicación es el resultado de varios años de trabajo conjunto entre colaboradores de AGROSAVIA y los productores de leche de la comunidad indígena kamentsá biya, quienes han contribuido activamente a desarrollar y validar los contenidos aquí presentados.







Introducción



La creciente demanda de alimentos, tanto presente como futura, impulsada por el crecimiento poblacional exige intensificar los sistemas productivos. En el caso de la ganadería, este proceso ha estado históricamente vinculado a cambios en el uso y manejo del suelo, lo que desata efectos adversos sobre los ecosistemas; en consecuencia, la producción de carne y leche debe desarrollarse dentro de límites ecológicos que garanticen el uso sostenible de los recursos naturales y contribuyan a mitigar el deterioro ambiental. Una estrategia importante para avanzar hacia una ganadería tropical sostenible es la optimización del manejo de las praderas y la mejora de la calidad nutricional de los forrajes (Parra-Cortés et al., 2019).

En el valle de Sibundoy, ubicado en el departamento de Putumayo (Colombia), predominan sistemas de producción lechera de tipo minifundio, conformados por unidades productivas de pequeña escala. Estos sistemas los gestionan productores con bajos niveles de escolaridad, sin acceso a asistencia técnica y con prácticas productivas que presentan limitaciones estructurales significativas (Astaíza et al., 2017). Investigaciones preliminares, desarrolladas en el marco de la conformación del sistema territorial de innovación en la comunidad kamentsá biya, evidenciaron que los sistemas ganaderos de la región se caracterizan por el uso de forrajes de baja calidad nutricional, ausencia de suplementación energética y mineral y utilización de razas bovinas con bajo potencial productivo. A ello se suma una alta vulnerabilidad frente a la variabilidad climática. En conjunto, estos factores limitan la productividad ganadera e interfieren en la adopción de estrategias orientadas a mejorar los sistemas de producción.



Diversos estudios desarrollados en Colombia han demostrado que un manejo nutricional inadecuado está estrechamente relacionado con la aparición de trastornos metabólicos, problemas sanitarios y baja fertilidad, factores que limitan significativamente la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de lechería especializada. Por ejemplo, en el departamento de Antioquia se ha reportado que, en las vacas en lactancia, parámetros como los del calcio sérico, el recuento de glóbulos rojos, el hematocrito, la hemoglobina, la hemoglobina corpuscular media y el recuento total de eosinófilos se ven afectados por la paridad y el nivel de producción (Vallejo-Timarán, Montoya-Zuluaga, et al., 2020). El mismo estudio identificó variaciones en metabolitos sanguíneos determinadas por la estación o época del parto, tales como el recuento total de leucocitos, el recuento total y diferencial de linfocitos, las concentraciones séricas de albúmina y globulina y la relación albúmina/globulina (Vallejo-Timarán Montoya-Zuluaga, et al., 2020). Otro estudio, en esta misma región, mostró que alteraciones uterinas de carácter subclínico como la endometritis citológica durante el posparto temprano están asociadas con bajas concentraciones séricas de calcio y altos niveles de cuerpos cetónicos al momento del parto.

Estos resultados permiten concluir que una alimentación adecuada durante el periparto es fundamental para adaptar la microbiota ruminal a los suplementos nutricionales y mejorar así el desempeño reproductivo (Vallejo-Timarán, Reyes-Vélez, et al., 2020). Por otra parte, en el departamento de Nariño se reportó que un manejo nutricional deficiente durante las etapas de preparto y posparto incrementó la incidencia de acidosis ruminal subclínica y cetosis subclínica en los primeros días del posparto, lo que elevó el riesgo de anestro a los 60 días y produjo efectos adversos adicionales sobre el desempeño reproductivo, como la pérdida embrionaria (Vallejo-Timarán, Reyes-Vélez, et al., 2020). Todos estos hallazgos subrayan la importancia de desplegar estrategias de manejo nutricional integradas en modelos de producción lechera sostenible, especialmente en regiones de trópico alto como el valle de Sibundoy.

En la actualidad, uno de los principales desafíos que afronta la sociedad consiste en desarrollar la producción agropecuaria bajo principios de sostenibilidad. En regiones tropicales, resulta fundamental promover programas de ganadería sostenible que favorezcan una mejor interacción entre los sistemas productivos y el entorno natural. Dado que estas regiones, como muchas en países en desarrollo, enfrentan restricciones socioeconómicas y ambientales,



es necesario buscar alternativas que armonicen la intensificación de los agroecosistemas con la conservación del ambiente (Parra-Cortés et al., 2019). En este contexto, ha cobrado relevancia el concepto de *intensificación sostenible*, entendido como

[...] el incremento de la producción a partir de la misma área de tierra, al tiempo que se reducen los efectos negativos para el medio ambiente, se aumenta la contribución al capital natural y el flujo de servicios ambientales que constituyen un objetivo estratégico medioambiental. (Milera, 2013, párr. 10)

Con base en lo anterior, este manual expone los principales desafíos que enfrentan los sistemas de producción lechera en condiciones de trópico alto, a la vez que ofrece un conjunto de recomendaciones técnicas para avanzar hacia modelos sostenibles a pequeña escala en el valle de Sibundoy. Todo ello se enmarca en un enfoque de intensificación sostenible que promueve el uso eficiente de los recursos suelo, agua y forrajes, fortalece la resiliencia frente a la variabilidad climática y contribuye a mejorar el desempeño productivo y reproductivo del hato bovino.

Para garantizar el uso adecuado y el mejor aprovechamiento de este manual se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:



Está dirigida a los productores de leche del valle de Sibundoy, en particular de la comunidad indígena kamentsá biya, así como a asistentes técnicos y extensionistas rurales. Por esta razón, presenta contenidos visuales y didácticos que facilitan su comprensión e incorporación práctica en la toma de decisiones para implementar un sistema lechero sostenible.



La publicación reúne elementos teóricos y prácticos que facilitan comprender el alcance y los beneficios de adoptar un enfoque sostenible en la producción de leche, así como su impacto positivo en la rentabilidad de las unidades productivas.



Este material divulgativo está compuesto por tres capítulos, cada uno con una estructura definida: 1) el contexto de los sistemas territoriales de innovación (STI) con enfoque diferencial de la comunidad kamentsá biya en la línea de ganadería sostenible, 2) las prácticas recomendadas para



implementar un sistema ganadero sostenible y 3) los costos de producción. Su desarrollo metodológico se concibe como una guía flexible y adaptativa, orientada a aplicarse según la experiencia, el contexto socioproductivo y las condiciones agroecológicas propias de cada unidad productiva del valle de Sibundoy.







Capítulo 1

Proceso de construcción de las prácticas



Contexto de los sistemas territoriales de innovación

El desarrollo rural con enfoque territorial (DRET) toma como marco de referencia la economía campesina, familiar y comunitaria, y, del mismo modo, su alcance está delimitado por la agricultura campesina, familiar y comunitaria (ACFC) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017). Se entiende el DRET como un proceso continuo de transformación, promoción y generación de las condiciones sociales, económicas, ambientales, culturales e institucionales necesarias para que el territorio rural y sus pobladores, tanto a escala individual como colectiva, desplieguen sus capacidades y potencialidades a partir de una visión sistémica, holística, integral y compartida del aprovechamiento sostenible del potencial endógeno del territorio (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017). En consecuencia, el DRET busca fortalecer la diversidad socioeconómica, cultural y ecológica de los distintos territorios, con aproximaciones específicas a las características de cada uno de ellos mediante la promoción de la equidad como centro de las políticas de desarrollo del campo. Este propósito se enfoca en reducir las grandes desigualdades entre los habitantes urbanos y rurales, entre hombres y mujeres y entre las diferentes regiones del país. Lo anterior precisa la implementación de políticas públicas de Estado que favorezcan a los más pobres y que posicionen a los habitantes rurales como los actores de su propio desarrollo, tanto humano como productivo (Ocampo, 2014).



En las unidades de agricultura campesina, familiar y comunitaria predominan las relaciones de reciprocidad, cooperación y solidaridad, y el desarrollo de sus actividades se fundamenta en el trabajo y mano de obra de tipo familiar y comunitaria. Su economía abarca una diversidad de estrategias productivas, entre ellas, la ganadería y la producción de leche (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017). En las unidades de agricultura campesina, familiar y comunitaria de los pueblos indígenas se ha observado un proceso de transformación cultural del indígena y del sistema del jajañ, espacio destinado al cultivo de alimentos autóctonos y a la preservación de prácticas ecológicas orientadas a conservar semillas nativas hacia una producción sustentable, en equilibrio con la salud de la comunidad y los ecosistemas (Rodríguez, 2024). En esta transformación, los factores socioeconómicos cumplen un papel determinante. La demanda de nuevos productos alimenticios, las nuevas formas de vestir, el desarrollo tecnológico (especialmente el de las comunicaciones) y la demanda de educación básica y profesional determinan un contexto en el que el huerto casero por sí solo ya no es capaz de satisfacer las necesidades de la familia kamentsá, y entonces empiezan a surgir cambios como el de la introducción y difusión de la ganadería (Palacios Bucheli y Barrientos Fuentes, 2014).

Los diálogos de saberes, entendidos como procesos de intercambio y aprendizaje mutuo entre distintas formas de conocimiento, se orientan a construir comprensión y soluciones colectivas desde la diversidad de experiencias y perspectivas. Aquí se desarrollaron entre el Cabildo Indígena Kamentsá Biya de Sibundoy y AGROSAVIA, y giraron en torno a la recuperación y conservación del jajañ y a los saberes ancestrales que se refieren a él. Esos diálogos ratificaron la importancia de crear líneas de trabajo en torno al jajañ como factor clave de la seguridad y soberanía alimentarias de la comunidad; sin embargo, en los diálogos también surgió otro punto de discusión general, relacionado con la ganadería (producción de leche) y la agricultura (monocultivos). De esa discusión se pueden concluir dos puntos clave: 1) bajo los modelos de producción actual, la ganadería de leche y los monocultivos causan detrimento de la conservación del jajañ y de la conservación del medio ambiente y 2) la ganadería (producción de leche) y la agricultura (monocultivos) favorecen que las familias de la comunidad puedan generar recursos económicos con los cuales pueden acceder a servicios educativos, adquirir bienes y acumular ahorro y crecimiento patrimonial. En este orden de ideas,



se llegó a la conclusión de que se deben promover estrategias para recuperar y conservar el jajañ, vinculadas a un proceso de mejora y transformación de la agricultura (monocultivo) y la ganadería. A partir de ahí, se creó la línea de trabajo *agricultura y ganadería sostenible dentro del territorio kamentsá biya*.

Posteriormente, se abrió un segundo diálogo de saberes, esta vez con actores de la comunidad relacionados con agricultura y ganadería. Su propósito consistió en crear una línea de trabajo conjunta entre AGROSAVIA y la comunidad para implementar estrategias orientadas a la producción ganadera sostenible. Las principales conclusiones a las que llegaron estos diálogos identificaron la falta de asociatividad, la falta de acceso a tecnología y asesoría técnica, los costos de producción elevados en relación con el precio de venta de la leche, la necesidad de mejorar la calidad sanitaria, higiénica y nutricional de la leche y, finalmente, la necesidad de mejorar la alimentación animal. Aparte de estas conclusiones, el común denominador de los diálogos fue la falta de elementos diagnósticos sobre los sistemas productivos especializados en la producción de leche dentro de la comunidad. Los objetivos de este proyecto se plantearon considerando que actualmente se desconocen las condiciones de manejo (administrativo, reproductivo, nutricional, etc.) de la ganadería en la comunidad indígena kamentsá biya y que hay que conformar una línea de conocimiento base de los sistemas de producción de leche con miras a establecer recomendaciones técnicas y proyectos futuros enfocados hacia la producción sostenible.

Sistemas territoriales de innovación con enfoque diferencial del pueblo kamentsá biya

En el afán de fortalecer el desarrollo rural con enfoque territorial en el proceso para instaurar el sistema territorial de innovación (STI) con enfoque diferencial del Cabildo Kamentsá Biya de Sibundoy, a través de un diálogo de saberes con la comunidad, se identificó la necesidad de desarrollar estrategias orientadas a la producción ganadera sostenible. Sin embargo, se desconocen las condiciones actuales de la ganadería en la comunidad indígena kamentsá biya, por lo cual es necesario conformar una línea de conocimiento de base de los sistemas de producción de leche dirigidos a formular recomendaciones técnicas y proyectos futuros enfocados hacia la producción sostenible, la generación de condiciones de bienestar y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de la comunidad.



Para cumplir con el objetivo del proyecto se proponen dos enfoques. Primero, establecer la relación suelo-planta-animal con referencia a los perfiles composicionales de leche y que incluya los hallazgos en a) características del manejo productivo, b) análisis de suelos y c) perfil composicional de las praderas. Segundo, establecer la relación entre la nutrición y el metabolismo animal vinculando las características del manejo nutricional con a) concentraciones de glucosa y β -hidroxibutirato en sangre, b) concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en suero y c) composición de la leche.

Contexto del proceso participativo

Esta iniciativa está diseñada para fortalecer la resiliencia socioecológica a través de la creación de condiciones que fomenten la innovación y la autogestión adaptativa. Mediante un diálogo horizontal con las comunidades kamentsá, se propone abordar diferentes problemáticas transversales relacionadas con la sostenibilidad de los sistemas ganaderos especializados en la producción de leche y algunos elementos particulares identificados por los cabildos en el territorio.

El riesgo de pérdida del territorio y costumbres propias en las comunidades indígenas es posiblemente el elemento de mayor relevancia, fenómeno que además representa un riesgo significativo no solo para la integridad cultural de estas poblaciones, sino también para su estructura social y su conocimiento del territorio, profundamente enraizados en sus tradiciones ancestrales. Por esta razón, el sistema territorial de innovación buscará promover espacios que fortalezcan la defensa del territorio y consoliden la cosmovisión de los participantes.

Al respecto, el pueblo kamentsá ha indicado que, ante las diversas crisis que ponen en riesgo la identidad y la integridad cultural de los pueblos, resulta esencial fortalecer los procesos de retención y transferencia de una educación adecuada y apropiada para las generaciones futuras (Entidad Territorial Indígena Atun Wasi Luai del pueblo inga de Colombia [AWAI], 2020). La integración de procesos de investigación participativa es un elemento transversal en el que AGROSAVIA espera constituirse como un aliado estratégico. La adopción de metodologías horizontales fomenta un diálogo enriquecedor entre el conocimiento tradicional y los avances técnicos, lo que facilita validarlos y aplicarlos



en el contexto local. Este enfoque se fundamenta en el respeto mutuo entre los participantes y la protección de los servicios ambientales, para garantizar que las intervenciones no solo sean efectivas sino también sostenibles y respetuosas con la cosmovisión y prácticas locales. Igualmente, en el proceso para implementar y consolidar el sistema territorial de innovación, se busca fortalecer la articulación entre los cabildos y las entidades locales y nacionales, lo que se ha identificado como una oportunidad de mejora. Así, al utilizar este sistema territorial como un puente, se busca abrir diálogos para gestionar alianzas, a la espera de que estos repercutan en mayor eficiencia y efectividad en la respuesta a las necesidades y desafíos específicos de las comunidades indígenas, lo que promovería un desarrollo más holístico e integrado.

Vitrina como espacio de cocreación y apropiación social del conocimiento

La demanda presente y futura de alimentos causada por el crecimiento de la población requiere intensificar aún más los sistemas productivos; pero, en el caso de la ganadería, su desarrollo ha implicado cambios en el uso del suelo y deterioro ambiental. Por lo tanto, la producción de carne y leche no debe superar los límites de uso de los recursos naturales para mitigar entonces el deterioro ambiental ocasionado. Un cambio orientado hacia la intensificación de la ganadería tropical incluye optimizar el manejo de las praderas y mejorar la calidad nutricional de los forrajes (Parra-Cortés et al., 2019).

En el valle de Sibundoy predominan sistemas de producción de tipo minifundio, en los cuales los propietarios tienen bajo nivel educativo, no reciben asistencia técnica y sus sistemas de producción presentan ciertas particularidades que deben mejorarse (Astaíza et al., 2017). La investigación preliminar orientada a conformar el sistema territorial de innovación en la comunidad kamentsá biya reveló que en la zona predominan forrajes de escasa calidad nutricional, ausencia de suplementación energética y mineral y razas de ganado con baja producción y riesgos asociados a la variabilidad climática. Estos factores condicionan la producción ganadera e inciden en el desarrollo de estrategias de mejora de los sistemas de producción.

En la actualidad, desarrollar la producción agropecuaria de manera sostenible conforma uno de los retos más importantes para la sociedad. En zonas



tropicales, es necesario instaurar programas de ganadería sostenible que logren una mejor interacción entre los sistemas de producción y el ambiente. Considerando que la región forma parte de un país en desarrollo, deben buscarse alternativas que armonicen la relación entre la intensificación de los agroecosistemas y el ambiente (Parra-Cortés et al., 2019). En este contexto se desarrolló el concepto de *intensificación sostenible*, definido como

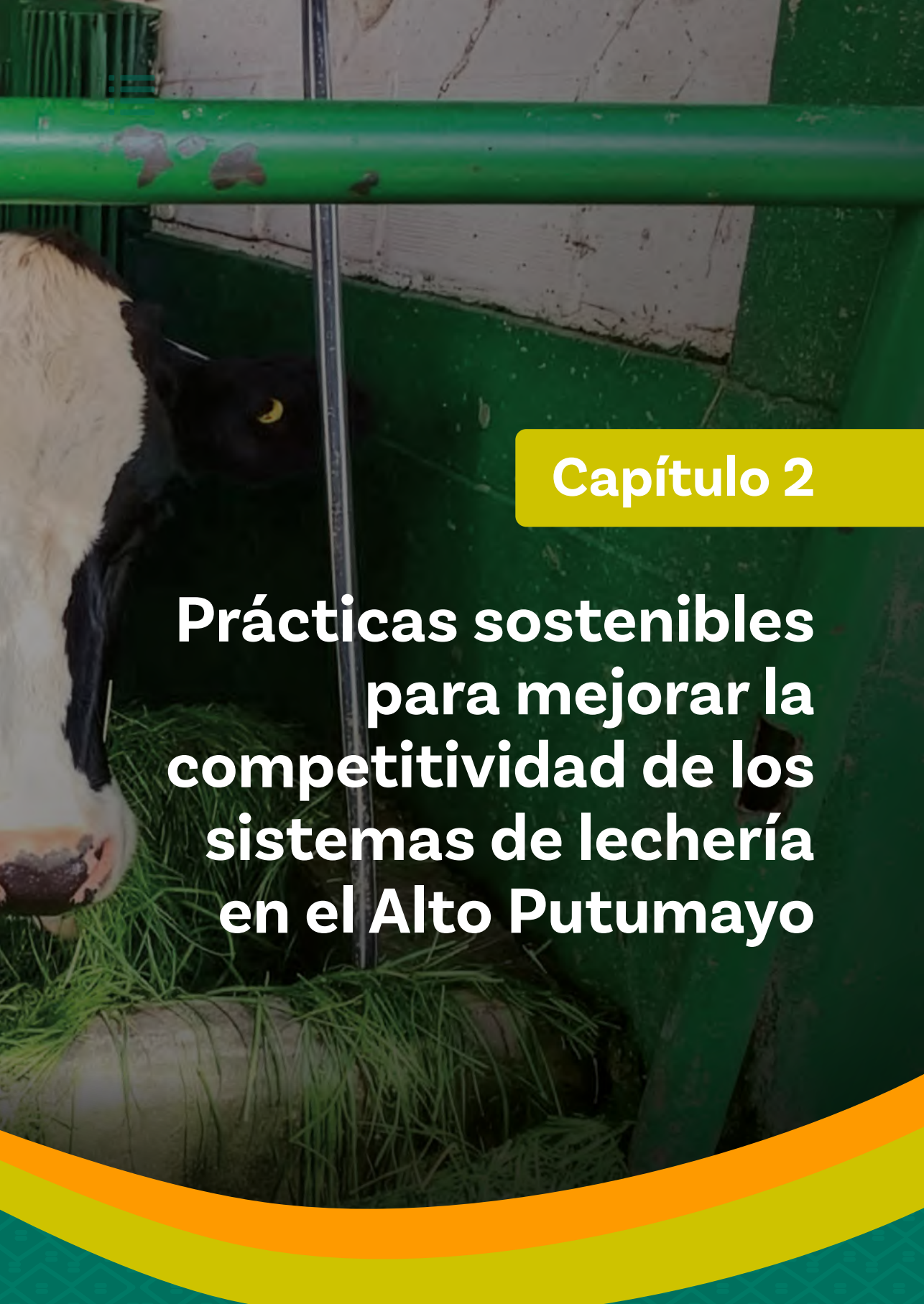
[...] el incremento de la producción a partir de la misma área de tierra, al tiempo que se reducen los efectos negativos para el medio ambiente, se aumenta la contribución al capital natural y el flujo de servicios ambientales que constituyen un objetivo estratégico medioambiental. (Milera, 2013, párr. 10)

En general, la línea de ganadería sostenible en la comunidad kamentsá biya dirigida a desarrollar sistemas territoriales de innovación promueve la intensificación sostenible de los sistemas de producción de leche, como alternativa para mitigar el deterioro ambiental y como medio para incrementar la productividad de la ganadería bovina en zonas tropicales.

Para este fin, se ha propuesto que la creación del modelo de ganadería sostenible en el territorio constituya además un espacio de observación y aprendizaje concebido como una *vitrina ganadera*, es decir, un escenario que favorezca la apropiación social del conocimiento. De ese modo, el predio seleccionado como vitrina y los productores vinculados al proceso se convierten en multiplicadores de la información. Así mismo, esa experiencia demostrativa se convierte en un modelo para establecer estrategias de mejora de la producción sostenible en los otros predios de la comunidad mediante el intercambio de conocimientos y experiencias de la metodología campesino a campesino.

Este manual forma parte de todos este proceso porque recopila la información de mayor relevancia para los productores que buscan la transición a nuevos modelos de producción. La investigación participativa y la capacitación son parte clave de esta estrategia de apropiación del conocimiento. Para ello, la vitrina es un espacio de cocreación en el que se discuten en campo con la comunidad las estrategias de mejora, que se acuerdan de manera conjunta; además, se capacita sobre las estrategias o soluciones adoptadas y se presenta el modelo productivo demostrativo y su relación costo-beneficio.



A photograph of a cow with white and black patches, seen from the side, eating green hay in a stall. The stall has green metal bars. The background is a light-colored wall. The image is partially covered by a dark green overlay with a yellow and orange curved border at the bottom.

Capítulo 2

Prácticas sostenibles para mejorar la competitividad de los sistemas de lechería en el Alto Putumayo



Descripción de los suelos del valle de Sibundoy

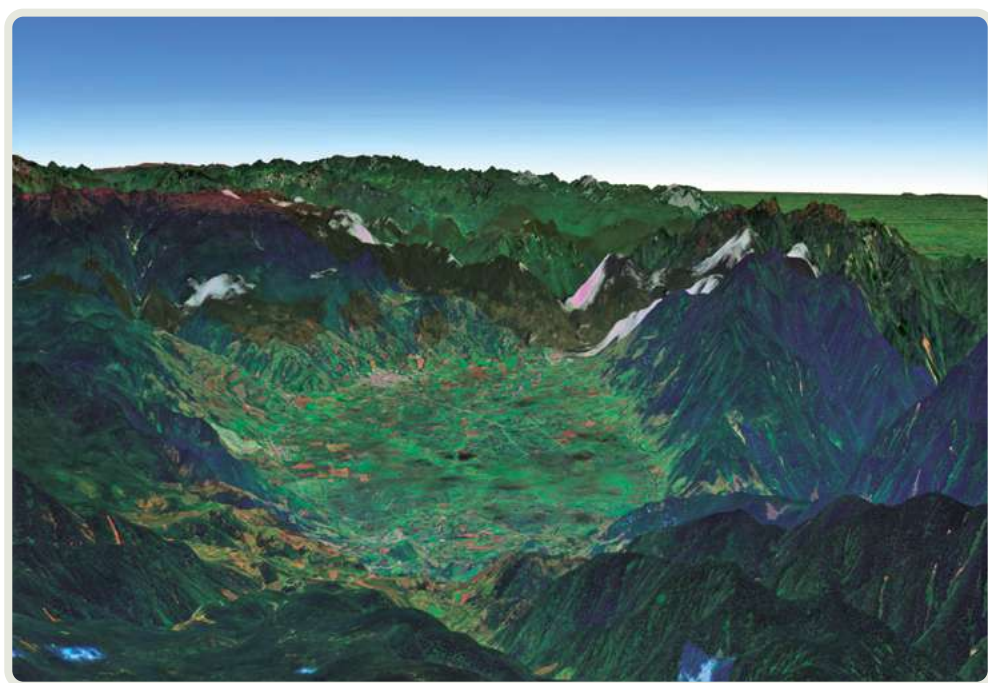
El valle de Sibundoy está en el noroccidente del departamento de Putumayo (Colombia) y su superficie es de 526 km² (figura 1). En este territorio se encuentran los municipios de Colón, Sibundoy, San Francisco y Santiago, que conforman una unidad geográfica y cultural importante para la región andino-amazónica (Medina-Castellanos et al., 2017).



Figura 1. Ubicación geográfica del valle de Sibundoy



En la zona plana del valle de Sibundoy, se ubica el distrito de adecuación de tierras de Sibundoy, que abarca aproximadamente 9482,6 hectáreas (figura 2). Esta región cuenta con un estudio de suelos a nivel semidetallado a escala 1:25.000 (unidad taxonómica: familia). Como resultado de este estudio, se identificaron 37 unidades cartográficas de suelo con sus respectivas fases, agrupadas en 22 consociaciones y 15 complejos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2015).



 **Figura 2.** Zona plana del valle de Sibundoy

Fuente: Google Earth (2025).

Desde el punto de vista taxonómico, los suelos se distribuyen en cuatro órdenes, 10 subórdenes, 15 grandes grupos, 29 subgrupos y 25 familias, clasificados según la clase de tamaño de partícula y su sustituto: 3 mineralógicas, 4 por actividad catiónica y uno por régimen de temperatura. Además, en los suelos orgánicos se definieron dos familias con base en la clase de reacción (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2015).



En el área de estudio se identificaron tanto suelos minerales como orgánicos hasta el nivel taxonómico de familia, con una cobertura del 67% y el 30 % respectivamente. Los suelos se agrupan en los órdenes inceptisoles (44,8%), histosoles (30%), andisoles (19,3%) y entisoles (2,7%). Se reconocieron 28 familias: 18 en inceptisoles, 5 en entisoles, 3 en histosoles y 2 en andisoles. Además, se definieron ocho fases cartográficas (figura 3) que permiten diferenciar los suelos según características clave para su uso y manejo, como pendiente, textura, drenaje, profundidad efectiva, encharcamiento, pedregosidad, susceptibilidad a movimientos en masa y condiciones de humedad (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2015).

UCS		
AG	MN	SG-GR
AR-CT	PB	SI
BY-PY	PR	SJ
CA	PT-CH	SM
CB	QC	SP
CD	QU	SR
CM-CY	RT	SS
CN	SB	ST-IN
CR	SB-VM	TC-SE
CY	SC-CH	TM-TT
DR-KM	SD	TR-SM
LG	SF-CC	VY-CG
LL-SM	SG	ZU



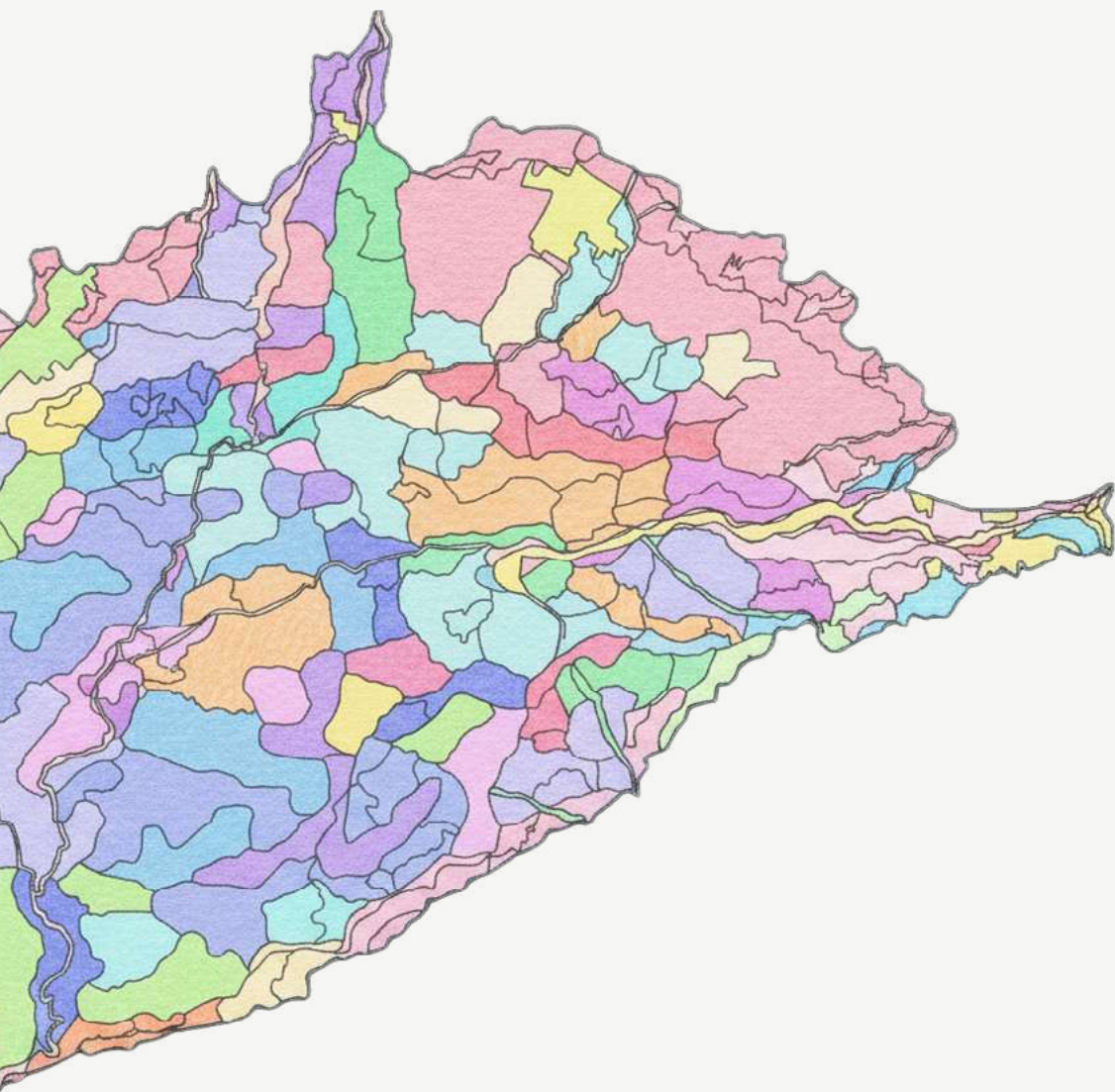


Figura 3. Unidades cartográficas de suelo de la zona plana del valle de Sibundoy

Fuente: elaboración a partir información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2015).



Origen del suelo de la vitrina de ganadería sostenible

El suelo donde se estableció la vitrina de ganadería sostenible es típico de la zona plana del valle de Sibundoy: terreno plano, con clima frío y bastante lluvia durante todo el año (figura 4). Se formó con cenizas volcánicas y materiales traídos por los ríos, por eso es fértil y retiene bien el agua (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2015). Sin embargo, también se encharca fácilmente porque el agua se queda en la parte superficial, lo que puede quitarles oxígeno a las raíces y hacer que las plantas crezcan menos. Además, el suelo es algo ácido y tiene *aluminio*, lo que puede afectar los pastos si no se maneja bien; por eso es importante cuidar el *drenaje*, no sobrepastorear y aplicar los *abonos* adecuados para mantener el suelo sano y productivo (tablas 1 y 2).

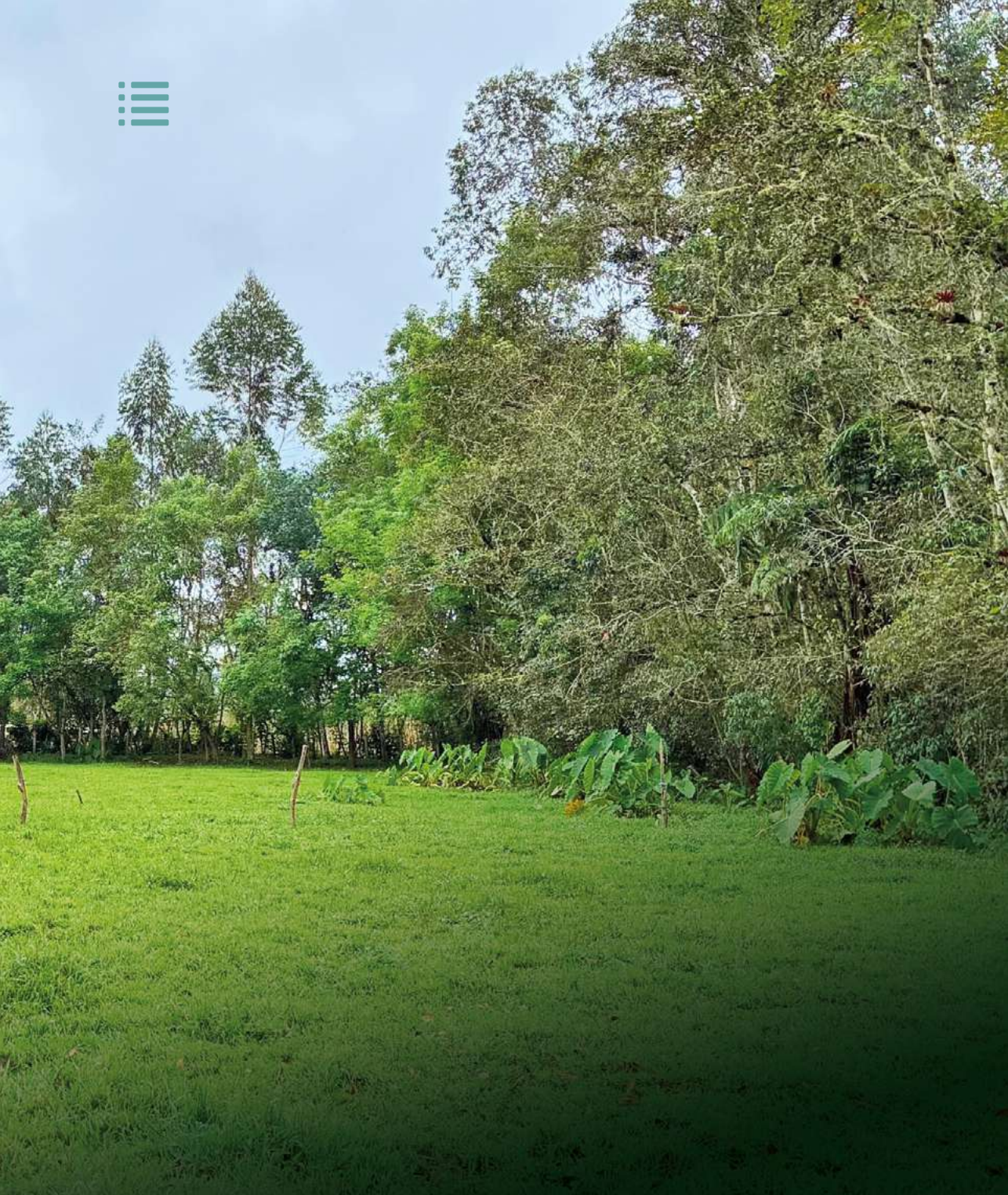


Figura 4. Terrazas fluviolacustres de nivel 2, municipio de Sibundoy, vereda Las Palmas

Fotografía: Lerma Lasso et al. (2022).



Tabla 1. Origen de suelos de la consociación Palmas Bajas: aquandic endoaquepts, medial sobrearenosa, mezclada, isomésica

Factores activos	Factores pasivos
Clima ambiental • Condiciones climáticas: frío húmedo • Precipitación media anual: 1635 mm • Temperatura promedio anual: >16 °C • Altitud: 2075 m s.n.m.	Material parental • Depósito aluvial grueso y cenizas volcánicas
Clima edáfico • Régimen de temperatura: ácuico • Régimen de humedad: isomésico	Geomorfología • Paisaje morfológico: altiplanicie • Ambiente morfogenético: deposicional • Tipo de relieve: terrazas fluviolacustres de nivel 2 • Forma del terreno: plano de terraza • Clase de pendiente: ligeramente plano • Pendiente: 1%-3 %
Organismos vegetación • Grama, totorilla, chupana, saboya, trébol, aliso, eucalipto, laurel, urapán	

Fuente: elaboración a partir información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2015).



Procesos de formación	Información analítica
Generales • Andogénesis Específicos • Gleyzación	Propiedades del suelo • Mineralógica • Física • Química
Perfil-perdón • <i>Epipedón</i>: ócrico • <i>Endopedón</i>: cámbico	Cartografía de suelos • <i>Consociación Palmas Bajas</i>: aquandic endoaquepts medial sobrearenosa, mezclada isomésica (80 %)
Nomenclatura • Ap-Bg1-Bg2-Cg1-Cg2	Clasificación interpretativa • <i>Capacidad de uso</i>: 5hs-2
Clasificación taxonómica • <i>Orden</i>: inceptisols (suelo joven con un desarrollo moderado de horizontes) • <i>Suborden</i>: aquepts (condiciones de saturación de agua durante periodo prolongados). • <i>Gran grupo</i>: endoaquepts (nivel freático alto durante gran parte del año y saturación en las capas superficiales) • <i>Subgrupo</i>: aquandic endoaquepts, propiedades similares a los andisoles (alto contenido de material amorfo, como alófanos o imogolita, en parte del perfil; es decir que tienen influencias ándicas en un ambiente húmedo)	Limitaciones para uso y manejo de suelo • <i>Humedad</i>: encharcamiento o inundaciones de duración variable; poca profundidad efectiva limitada por nivel freático • <i>Suelo</i>: desbalance de cationes; alta saturación de aluminio Efecto de las limitaciones • <i>Uso y manejo de suelo</i>: falta de oxígeno y alteración de la diversidad microbiana • <i>Edáficas</i>: acidificación y lixiviación de nutrientes



Tabla 2. Descripción morfológica del perfil modal de suelos de la consociación Palmas Bajas

Perfil modal	Horizontes
	00-12 cm (Ap)
	13-22 cm (Bg1)
	23-34 cm (Bg2)
	35-78 cm (Cg1)
	79-110 cm (Cg2)

Fuente: la fotografía del perfil de suelo de la consociación Palmas Bajas es de José Libardo Lerma-Lasso (2025) y la elaboración de la tabla fue a partir información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2015).



Descripción

Horizonte con color pardo en húmedo (7,5YR4/2), textura franca, estructura granular fina y débil. Presenta consistencia muy friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado. Se observan poros muy finos y finos abundantes, raíces finas y medias frecuentes y alta actividad biológica. Límite difuso. Reacción ligera al $\alpha\alpha$ -dipiridil y fuerte al H_2O_2 . pH 5,2, fuertemente ácido.

Horizonte de color gris en húmedo (5Y5/1) con un 8 % de moteados pardos fuertes (7,5YR4/6), textura franco-limosa y estructura en bloques subangulares finos y débiles. Presenta consistencia muy friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado. Poros y raíces finos y medias frecuentes, con distribución normal. Alta actividad biológica. Reacción ligera al $\alpha\alpha$ -dipiridil y fuerte al H_2O_2 . Límite gradual y plano. pH 5,2, fuertemente ácido.

Horizonte con mezcla de colores en húmedo: 40 % gris oliva claro (5Y6/2), 40 % pardo oliva claro (2,5Y5/3) y 20 % de moteados rojos (2,5YR4/6). Textura franco-arenosa, sin estructura, suelto. Presenta poros gruesos frecuentes, pocas raíces finas y medias muertas con distribución normal. Sin actividad biológica observable. Reacción ligera al H_2O_2 y sin reacción al $\alpha\alpha$ -dipiridil. Límite claro y plano. pH 5,7, moderadamente ácido.

Horizonte de color gris oscuro en húmedo (5Y4/1) con 10 % de moteados rojos amarillentos (5YR4/6), textura franca y presencia de 5 % de fragmentos de roca tipo gravilla, de forma irregular. Estructura en bloques subangulares finos y débiles, consistencia muy friable en húmedo, ligeramente pegajosa y plástica en mojado. Poros finos frecuentes, pocas raíces finas y medias, vivas y muertas, con distribución normal. Baja actividad biológica. Reacción ligera al $\alpha\alpha$ -dipiridil, fuerte al H_2O_2 y ligera al NaF. Límite claro y plano. pH 5,4, fuertemente ácido.

Horizonte de color gris verdoso en húmedo (10Y6/1), textura arenosa, sin estructura, suelto. Presenta poros gruesos frecuentes, sin presencia de raíces ni actividad biológica. Reacción violenta al $\alpha\alpha$ -dipiridil y ligera al H_2O_2 . pH 5,6, moderadamente ácido.



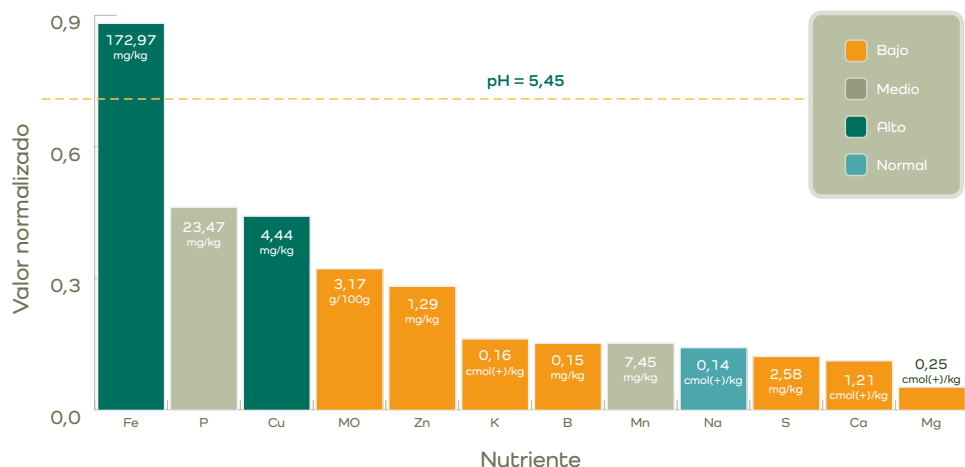
Propiedades físicas del suelo evaluado

Las características físicas del suelo evaluado favorecen el encharcamiento, particularmente en los horizontes superficiales. Los primeros 20 cm tienen una textura media (franca y franco limoso), con una baja densidad aparente ($0,4-0,75 \text{ g/cm}^3$), alta porosidad total (hasta 79,7%) y una elevada humedad aprovechable (hasta 53,25%), condiciones asociadas con la presencia de materia orgánica y minerales del tipo alofánico, que retienen gran cantidad de agua. Sin embargo, a mayor profundidad, el suelo cambia drásticamente: se vuelve más denso (hasta $1,22 \text{ g/cm}^3$), menos poroso (hasta 53,97%) y retiene menos agua (hasta 3,26%). Además, su textura se vuelve más gruesa (franco arenosa y arenosa), lo que produce una frontera textural contrastante *medial sobrearenosa*. Esta transición impide el movimiento vertical del agua debido al efecto de perchado, es decir, cuando el agua retenida en el suelo más fino no logra infiltrarse eficientemente en el suelo más grueso. A esto se suman evidencias morfológicas de saturación, como colores grisáceos, moteados y baja actividad biológica en los horizontes profundos.

Propiedades químicas del suelo evaluado

Las características químicas del suelo evaluado revelan un pH fuertemente ácido (5,45). A esto se suma la baja capacidad de intercambio catiónico ($4,22 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$), lo que restringe la disponibilidad y retención de nutrientes (figura 5). Este comportamiento está asociado a materiales alofánicos, ya identificados en la caracterización física. Además, el suelo presenta una alta saturación de aluminio (56%) y un contenido de aluminio intercambiable restrictivo ($2,37 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$). Estas condiciones son perjudiciales porque pueden afectar negativamente el desarrollo de las raíces de las plantas.

Asimismo, la materia orgánica es baja (3,17%), y aunque esto contribuye parcialmente a la retención de humedad superficial, su bajo porcentaje no es suficiente para mejorar la estructura del suelo o promover mayor actividad biológica. La concentración de bases intercambiables (Ca, Mg, K y Na) son bajas y su saturación también es limitada. Esto indica claramente una baja fertilidad y un desequilibrio químico significativo en el suelo.



 **Figura 5.** Resultados del análisis de las propiedades químicas del suelo

Estrategias de manejo y conservación de suelos

El suelo se define como un ecosistema vital con la capacidad continuada de sostener la vida de plantas, animales y seres humanos. Es una fuente indispensable de servicios y bienes esenciales que provee alimentos y hábitat, a la vez que regula el clima, retiene agua, detoxifica contaminantes y produce sustancias bioactivas como antibióticos y enzimas (Brevik et al., 2020). Es fundamental considerar y cuidar el suelo como un ser vivo, ya que su formación, características y funciones a lo largo del tiempo están intrínsecamente ligadas al equilibrio de procesos inorgánicos y orgánicos.

Por otro lado, el concepto tradicional de fertilidad del suelo, centrado principalmente en el componente químico y la nutrición de cultivos aislados, ha demostrado ser insuficiente. Los procesos que rigen la disponibilidad de nutrientes, el crecimiento radicular y la absorción por las plantas involucran aspectos físicos (agua, aire, temperatura, textura, estructura, espacio poroso) y biológicos (descomposición, transformaciones bioquímicas, relación carbono/nitrógeno, competencia y simbiosis); por ello, se ha desarrollado un enfoque más amplio, el del manejo integrado de la fertilidad del suelo, que implica lo siguiente:



-  *Manejo integral de variables químicas, físicas y biológicas del suelo:* se relacionan con la disponibilidad y absorción de nutrientes.
-  *Manejo integral de variables agronómicas/zootécnicas:* se orientan a equilibrar, mantener y reciclar nutrientes en el sistema de producción.
-  *Corrección racional de deficiencias de nutrientes:* buscan el equilibrio económico, social y ambiental.



 **Figura 6.** Estrategias de manejo para corregir problemas de encharcamiento en el suelo



Con lo anterior, explicaremos tres estrategias importantes para manejar y conservar el suelo que se implementaron en la vitrina de ganadería sostenible, de acuerdo con los problemas caracterizados (figuras 6, 7 y 8).



Zanja principal

Recibe agua de las zanjas secundarias y la transporta a un canal natural.

Diseño técnico

- Trazado: dirección perpendicular a las curvas de nivel, es decir, bajando por la pendiente del terreno.
- Pendiente mínima: 0,8 % al 1,5 % para mantener flujo constante.
- Forma del canal: trapezoidal.
- Dimensiones: profundidad (60-80 cm), ancho del fondo (40-50 cm), ancho superior (100-120 cm) y taludes laterales (1:5:1).
- Estabilización: establecer alguna gramínea de enraizamiento profundo alrededor de los bordes.

Zanjas secundarias

Recogen y conducen el escurrimiento superficial hacia la zanja principal.

Diseño técnico

- Trazado: dirección paralela a las curvas de nivel, con una pendiente mínima de 0,2 % al 0,5 % hacia la zanja principal.
- Separación entre zanjas: 20 m.
- Forma del canal: trapezoidal.
- Dimensiones: profundidad (40-50 cm), ancho del fondo (30-40 cm), ancho superior (80-100 cm) y taludes laterales (1:5:1).

Zanja tipo francés

Drenaje subsuperficial pasivo para eliminar la saturación que se presenta en el horizonte Bg1.

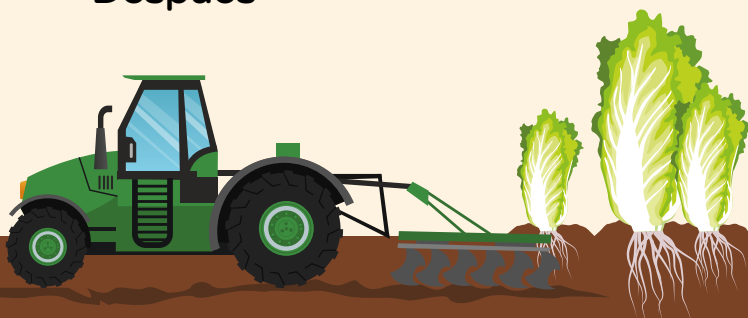
Diseño técnico

- Ubicación: zona entre las curvas de nivel donde se acumula el agua.
- Separación entre zanjas: 20 m.
- Dimensiones: profundidad (60-80 cm), ancho del fondo (30-40 cm), ancho superior (40-60 cm) y pendiente longitudinal (0,5 %- 1 %).
- Longitud máxima por zanja: 100 m.
- Para este diseño es importante tener relleno y estratificación implementando grava gruesa, tubería drenante y envoltura geotextil para rodear el tubo. Es importante contar con un relleno interno.

Antes



Después



¡Aviso!

Es importante realizar
intersemebra de pasturas
para mejorar su calidad,
productividad o
resistencia.

 **Figura 7.** Estrategias de manejo para corregir problemas de compactación en el suelo



Labranza superficial

- **Objetivo:** aflojar el suelo superficial sin destruir la estructura porosa ni perder la humedad
- **Profundidad de operación:** 10 cm
- **Implemento:** cuchillas giratorias
- **Descripción:** un pase paralelo a las curvas de nivel

Descompactación

- **Objetivo:** romper zonas de densidad creciente y mejorar la infiltración
- **Profundidad de operación:** 20 cm
- **Implemento:** cuchillas profundas o brazo subsolador
- **Descripción:** un pase paralelo a las curvas de nivel en áreas que no presenten encharcamiento. Si hay áreas con signos de saturación intermitente o compactación moderna se recomiendan 2 pases en cruz o en zigzag suave (separadas 2-3 días)

Afinamiento del terreno

- **Objetivo:** dejar la cama de siembra firme, nivelada y libre de terrones grandes
- **Profundidad de operación:** 20 cm
- **Implemento:** rastra de aletas o discos
- **Descripción:** un pase paralelo a las curvas de nivel



¡Aviso!

El análisis de suelos es muy importante en cualquier plan de fertilización.

Nota

- Objetivos agronómicos del triestímulo.
- Fijar biológicamente nitrógeno (BNF) en gramíneas y leguminosas
- Estimular el crecimiento radicular mediante producción de auxinas y citoquininas
- Mejorar la eficiencia en el uso del agua y nutrientes (particularmente N y P)
- Aumentar la tolerancia a estrés abiótico (sequía, salinidad)
- Favorecer la regeneración de praderas degradadas o compactadas



Figura 8. Estrategias de manejo para corregir problemas de acidez y fertilidad del suelo



Encalado

Objetivos

- Elevar el pH a un rango óptimo. (5,5-6,0)
- Reducir la saturación de aluminio a <15 %
- Aumentar la saturación de bases a >60 %
- Mejorar disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio, magnesio entre otros

Recomendación técnica

- **Fuente:** cal dolomita
- **Dosis en función de la saturación de bases:** Incorporar 1 a 1,5 toneladas por hectárea, año
- **Época de aplicación:** final del periodo de bajas precipitaciones o inicios del periodo de altas precipitaciones

Biofertilización

Objetivos

- Optimizar el uso eficiente de nutrientes
- Reducir el uso de fertilizantes de síntesis química
- Mejorar la salud biológica del suelo

Recomendación técnica

- **Fuente:** TriEstimul@
- **Tipo:** bioestimulante bacteriano.

Base biológica

- **Rhizobium leguminosarum:** fijación simbiótica de nitrógeno en leguminosas
- **Herbaspirillum frisingense:** fijación de nitrógeno y estimulación vegetal en gramíneas
- **Azospirillum brasilense:** fijación de N y promoción del crecimiento vegetal (PGPR)
- **Dosis:** aplicar un litro en 200 litros de agua

Fertilización mineral y orgánica

Objetivos

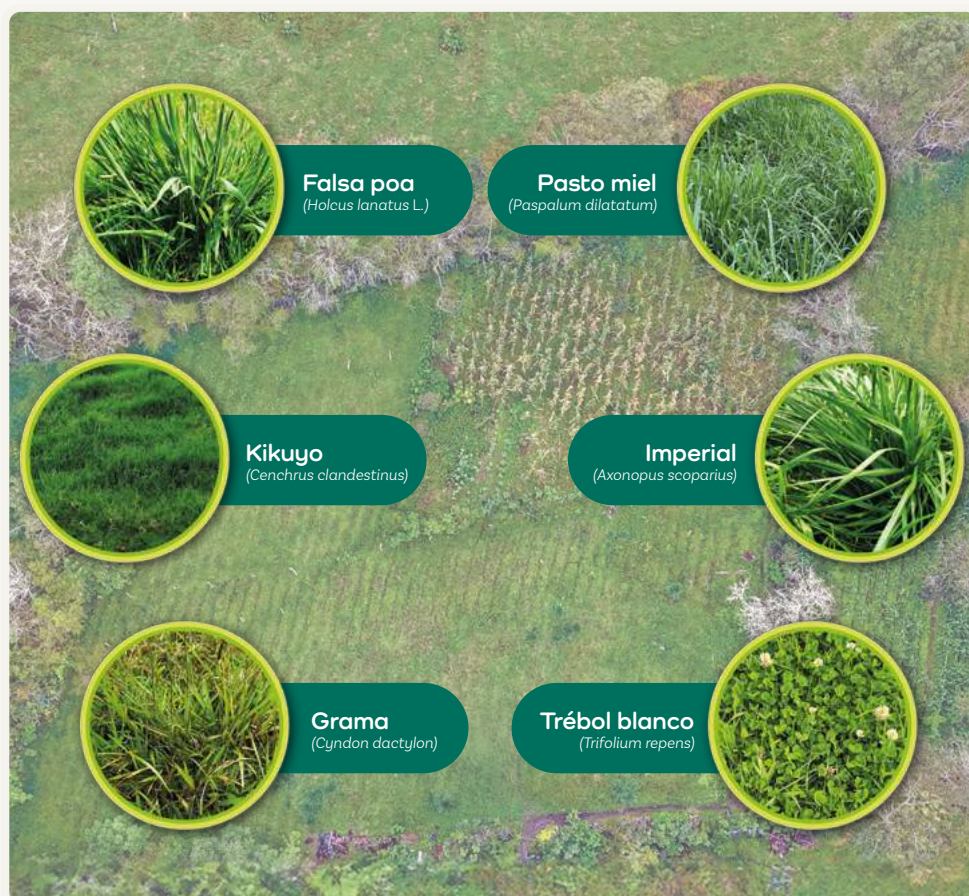
- Garantizar los requerimientos nutricionales de la pastura
- Mejorar el porcentaje de materia orgánica del suelo
- Aumentar la productividad y calidad del alimento para el ganado

Recomendación técnica

- **Fuente:** Compost y fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos, y de menores
- **Dosis en función del requerimiento de cultivos:** incorporar 8 a 10 toneladas de compost por hectárea, año. 400 kg de N; 30 kg de P_2O_5 ; 90 kg de K_2O ; 50 kg de S
- **Epoca de aplicación:** es un manejo de 10 pastoreos al año, fraccionar en 5 aplicaciones las dosis de fertilización mineral, aplicando después del pastoreo. Para el caso del compost, hacer la aplicación antes de la primera fertilización mineral

Forrajes: la clave para una nutrición animal óptima

En el Alto Putumayo, particularmente en el municipio de Sibundoy, se utiliza una combinación de gramíneas, leguminosas y especies leñosas adaptadas a las condiciones climáticas locales. Estos forrajes cumplen un papel fundamental en la alimentación de sistemas productivos lecheros y de cuyes. En la figura 9 se muestran algunas de las especies forrajeras nativas o naturalizadas que se encuentran establecidas en las ganaderías de la zona, de las cuales se destacan aquellas con mayor disponibilidad y uso por parte de los productores.

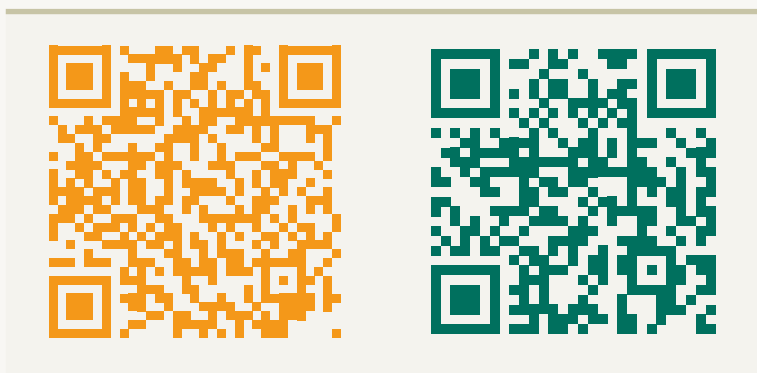


 **Figura 9.** Recursos forrajeros disponibles en el Alto Putumayo
Fotografías: Filadelfo Hernández y José Libardo Lerma.



Información sobre especies forrajeras según diversas variables

Acceda a estos códigos QR para obtener información completa sobre estas especies, que incluyen aspectos importantes como adaptación, requerimientos de precipitación, establecimiento, fertilidad del suelo, densidad de siembra, usos, manejo, plagas, enfermedades y valor alimenticio.



Fuentes

- Borja Tintinago, J. J., Bacca Acosta, P. P., Obando Enríquez, B. G., Meneses Estrada, E. V., Castro Rincón, E., Meneses Buitrago, D. H. y Cadena Pastrana, Á. M. (2024). *Conozcamos y aprovechemos la agrobiodiversidad forrajera del Alto Putumayo: pastos y forrajes para la alimentación láctea y cuyícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407679>
- Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Hanson, J., Mullen, B. F., Partridge, I. J., Peters, M. y Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical forages: an interactive selection tool* [Aplicación web]. Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). <https://hdl.handle.net/10568/49072>



Estrategias de manejo integrado de pasturas

Como primer paso, y luego de reconocer el tipo de suelo y las especies de pasto que hay en el terreno, se recomienda realizar un corte con guadaña, un desbroce o un pastoreo profundo en las zonas donde sea necesario. Estas prácticas ayudan a renovar el pasto y a preparar el terreno para lograr un mejor manejo, aunque no son acciones que normalmente se desarrollen en las fincas ganaderas del Putumayo; por ello es importante tenerlas en cuenta para mejorar la productividad. Antes de empezar con labores en el suelo o con la renovación de la pradera, se recomienda hacer un pastoreo para aprovechar el forraje disponible. El forraje que no consuman los animales, conocido como colchón o forraje residual, puede eliminarse con una desbrozadora, que lo corta y pica en partículas pequeñas para facilitar su incorporación al suelo durante el proceso de renovación. Si no se cuenta con desbrozadora, se puede usar una guadaña como alternativa (Sánchez et al., 2013).

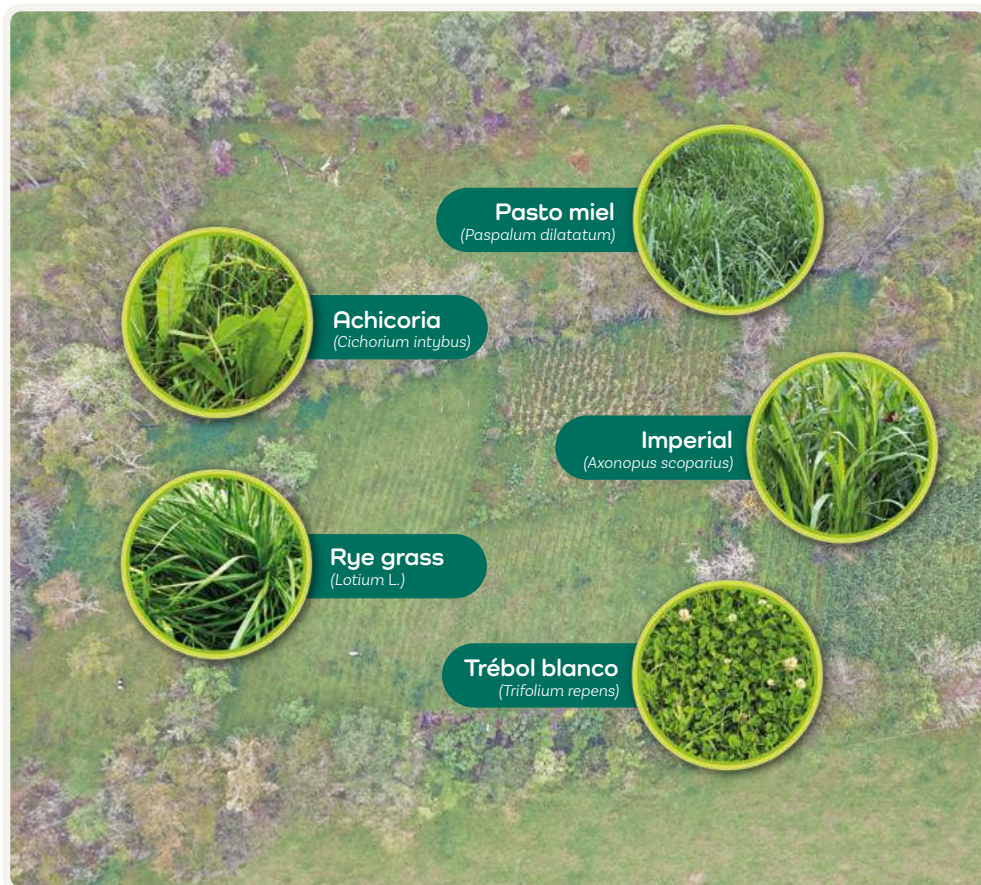
Después de preparar el suelo, se debe proceder con la siembra de especies forrajeras de buen rendimiento adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona. En este caso, se sugiere efectuar la intersembra de las especies naturalizadas o autóctonas presentadas en la figura 9, en combinación con una o dos leguminosas seleccionadas específicamente para incrementar la proporción de proteína en la dieta del ganado.

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las praderas tropicales consiste en introducir leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas. La forma de utilizar las leguminosas, como elemento para mejorar la alimentación animal —ya sea en asociación con gramíneas o como banco de proteína o en franjas—, depende del programa de manejo y la disponibilidad de terreno en las unidades de producción. La asociación de gramíneas con leguminosas representa una opción económica para mejorar la producción animal en las regiones tropicales (Lascano et al., 1996).

El establecimiento y uso del asocio gramíneas-leguminosas promueve que el animal aumente el consumo de materia seca proveniente del forraje y la ingestión de nutrientes. Esto aumenta el valor nutritivo de la dieta consumida por el animal, así como la producción de leche, el rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}), la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo por parte de las leguminosas y la

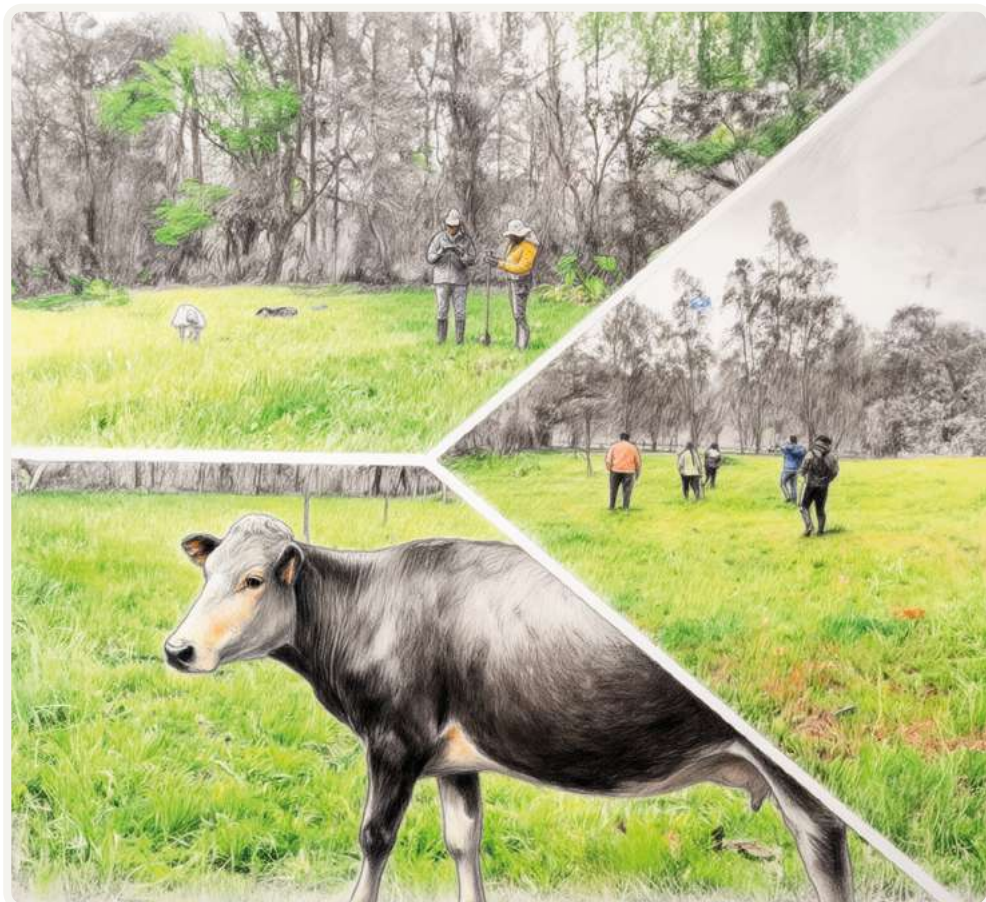


reducción del uso de fertilizantes sintéticos (Castro Rincón et al., 2022). La figura 10 muestra las especies sugeridas para establecer en el Alto Putumayo.



 **Figura 10.** Especies sugeridas para establecer en el Alto Putumayo
Fotografías: Filadelfo Hernández y José Libardo Lerma.

Las especies forrajeras se seleccionaron con base en las condiciones del lugar, las visitas técnicas a algunas fincas y las recomendaciones de los productores, quienes respaldaron su elección con buenos resultados obtenidos previamente (figura 11). De igual forma, se tuvo en cuenta la información colectada por Borja Tintinago et al. (2024).



 **Figura 11.** Selección de especies forrajeras para establecer en la vitrina de ganadería sostenible

Fotografías: Paola Andrea Portillo y José Libardo Lerma.

Muchos productores no están aprovechando de manera eficiente las zonas disponibles en sus fincas; por eso, se recomienda implementar diferentes sistemas forrajeros para diversificar la alimentación y mejorar la nutrición del ganado. Una buena estrategia es establecer praderas con mezclas de raigrases anuales y perennes, como Tetrablend 260, Fort Front, Aston Energy y Boxer, combinados con trébol blanco o la hierba perenne achicoria. También se pueden sembrar pastos de corte, como pasto imperial, pasto elefante y maralfalfa (figura 12), que aportan gran volumen de forraje.



 **Figura 12.** Diversos pastos de corte

A) Pasto imperial (*Axonopus scoparius*), B) Pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* cultivar Camerún rojo) y C) Pasto maralfalfa (*Pennisetum violaceum* o *Pennisetum* sp.).

Fotografías: Paola Andrea Portillo y Filadelfo Hernández.

De igual forma se recomienda hacer resiembras de pasto miel, mezclándolo nuevamente con trébol blanco y achicoria para mejorar su calidad. Finalmente, con una adecuada mecanización del suelo y una fertilización basada en los análisis de este, puede mejorarse notablemente el rendimiento del pasto kikuyo, que es el más común en los suelos del Putumayo.

Información sobre especies forrajeras según diversas variables

Acceda a este código QR para obtener información completa sobre estas especies, que incluyen aspectos importantes como adaptación, requerimientos de precipitación, establecimiento, fertilidad del suelo, densidad de siembra, usos, manejo, plagas, enfermedades y valor alimenticio.

Fuente

Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Hanson, J., Mullen, B. F., Partridge, I. J., Peters, M. y Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical forages: an interactive selection tool* [Aplicación web]. Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). <https://hdl.handle.net/10568/49072>



Después de preparar el suelo, se procede a la siembra manual de las especies mencionadas. Algunas pueden establecerse mediante el método vegetativo, utilizando estacas, rizomas o estolones; mientras que otras pueden sembrarse a partir de semillas. Para evitar que estas queden demasiado profundas en el suelo y se dificulte su germinación, cúbralas ligeramente con ramas.



Estrategia de manejo de cultivos forrajeros

Según Benavides et al. (2019), deben observarse las siguientes recomendaciones clave para manejar adecuadamente los cultivos:

1. Una vez sembrados, la mayoría de los forrajes no los deben pastorear animales de gran tamaño, como las vacas adultas. Se recomienda que el pastoreo inicial lo desarrollen terneros o novillas pequeñas menores de 160 kg, para evitar que arranquen de raíz el pasto (figura 13).
2. El momento óptimo de pastoreo depende de la especie forrajera, el clima y la cobertura del pasto.
3. Debe implementarse un sistema de rotación de potreros para el pastoreo. Para facilitar este manejo, se recomienda enumerar los potreros y llevar un registro continuo que incluya fechas de entrada y salida del ganado, producción de forraje y prácticas de manejo como fertilización, control de plagas y enfermedades. La frecuencia de rotación depende de la oferta forrajera disponible en cada potrero y del número de animales que estén en el lote (figura 14).
4. Deben evitarse tanto el subpastoreo como el sobrepastoreo en los potreros, ya que en ambos casos el consumo de forraje por parte de los animales no es el adecuado. En el subpastoreo, las vacas disponen de más forraje del que pueden consumir y desperdician una parte importante, lo que provoca acumulación de materia seca en la pradera y reduce la calidad del forraje en rotaciones futuras (figura 15). En contraste, el sobrepastoreo ocurre cuando las vacas permanecen mucho tiempo en el potrero con poca oferta forrajera, lo que limita el rebrote, reduce la productividad y deteriora la condición del pasto para las siguientes rotaciones (figura 16).



Figura 13. Pastoreo de pradera realizado con terneras
Fotografía: Paola Andrea Portillo.



Figura 14. Sistema de rotación de potreros para pastoreo
Fotografía: Paola Andrea Portillo.



 **Figura 15.** Subpastoreo de praderas
Fotografía: Paola Andrea Portillo.



 **Figura 16.** Sobrepastoreo de praderas
Fotografía: Paola Andrea Portillo.

Importancia de la división de potreros y el uso de cerca eléctrica

Se observó que las fincas en Sibundoy están delimitadas con postes de madera y alambre de púas, cuentan con barreras naturales formadas por árboles y arbustos que brindan protección a las praderas y, en algunos casos, se encuentran portillos y puertas para el paso de personas y animales (figura 17).

Como parte del proceso de renovación, y considerando la topografía del terreno, se sugiere subdividir los potreros grandes en potreros más pequeños, de aproximadamente 2000 a 2500 m² (figura 18). Esta división facilita una mejor recuperación del forraje, el suministro eficiente de agua para los animales y la definición de corredores o caminos para el tránsito de las vacas.



 **Figura 17.** División de potreros ganaderos como estrategia de manejo del pastoreo

Fotografía: Paola Andrea Portillo.

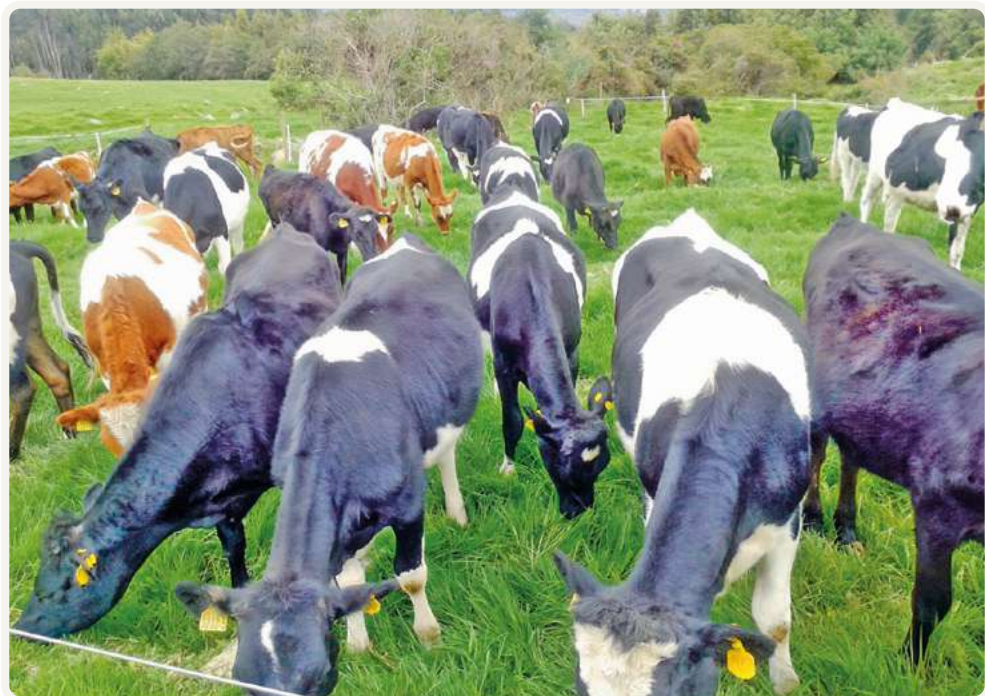


Figura 18. Uso de cerca eléctrica

Fotografía: Paola Andrea Portillo.

Durante el pastoreo, se deben utilizar cercas eléctricas móviles que queden ubicadas al frente y detrás de los animales, para formar franjas que faciliten un pastoreo más uniforme, reduzcan el desperdicio de forraje y mejoren el aprovechamiento de las praderas (CONtexto Ganadero, 2024).

Evaluación del rendimiento de las praderas

El rendimiento de las praderas se evalúa mediante aforos que se efectúan, en lo posible, antes y después de cada pastoreo. Esta práctica permite determinar la oferta de forraje, la composición botánica y el forraje residual disponible, para lo cual se aplica el método de disponibilidad por frecuencia (Franco Quijano et al., 2005). Este procedimiento se lleva a cabo utilizando un cuadro aforador de 0,25 m² (50 × 50 cm), un cuchillo o una hoz para cortar el forraje dentro del cuadro y una balanza digital para pesar el material recolectado (figura 19).



Figura 19. Elementos para realizar un aforo

Fotografías: Paola Andrea Portillo y Filadelfo Hernández.



Información sobre la elaboración de aforos

Acceda a estos códigos QR para obtener información sobre cómo hacer un aforo.



Fuentes

Lerma Lasso, J. L., Oviedo, F. H., Portillo López, P. A., Arana Chico, H. C., Cadena Pastrana, Á. M. y Castro Rincón, E. (2022). *Herramientas para mejorar la producción y calidad de la leche en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7405354>

Franco Quijano, A., Arreaza T., L. C., Barros, J., Sánchez Matta, L., Pérez, O. y Pardo, Ó. (2005). *Manejo experto de praderas: sistema de ayuda para la administración de praderas con animales: MEP 2 versión 2.0.77*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12925>

¿Cómo identificar el momento óptimo para pastorear el forraje?

El monitoreo constante de cada pradera, junto con la realización de aforos, es fundamental para identificar el rendimiento y determinar el momento óptimo de aprovechamiento, tanto en calidad como en cantidad de forraje disponible. Para ello, es clave observar el número de hojas presentes en las plantas.

Dado que el 80 % de las praderas del municipio están conformadas por kikuyo y que se recomienda establecer raigrás, es importante conocer el punto ideal de corte o pastoreo en ambas especies (tablas 3 y 4). Así, se puede ofrecer a las vacas un forraje con la mayor disponibilidad de energía y proteína y, al mismo tiempo, con un bajo contenido de fibra, ya que este último se relaciona inversamente con el valor nutritivo del pasto (Benavides et al., 2019).



Tabla 3. Diferentes fases de crecimiento del pasto raigrás según los días de recuperación

Imagen	Días de descanso aproximados	Pastorear o cosechar	Núm. hojas	Consideraciones
	15	No	2	La planta aún no está lista; es un rebrote muy tierno. Pastorear en esta etapa puede afectar su desarrollo.
	30	Sí	3	Momento óptimo para pastorear o cortar. Aquí se alcanza el mejor equilibrio entre calidad y cantidad de forraje.
	40	No	4 o más	El forraje está pasado. Se pierde valor nutricional y aumenta la fibra, lo que reduce la digestibilidad para el animal.

Nota: los días pueden variar según el manejo que se le dé a la pradera, las condiciones climáticas y el tipo de fertilización aplicada.



Tabla 4. Diferentes fases de crecimiento del pasto kikuyo según los días de recuperación

Imagen	Días de descanso aproximados	Pastoreo o cosecha	Núm. hojas	Consideraciones
	30	No	1 a 3	La planta aún no está lista; es un rebrote muy tierno. Pastorear en esta etapa puede afectar su desarrollo.
	45 a 55	Sí	4 a 5	Momento óptimo para pastorear o cortar. Aquí se alcanza el mejor equilibrio entre calidad y cantidad de forraje.
	60 o más	No	5 o más	El forraje está pasado. Se pierde valor nutricional y aumenta la fibra, lo que reduce la digestibilidad para el animal.

Nota: los días pueden variar según el manejo que se le dé a la pradera, las condiciones climáticas y el tipo de fertilización aplicada.



Estrategia de suplementación animal

Como estrategia para suplementar los animales en épocas de escasez de forraje, se utiliza el método de conservación de forrajes conocido como ensilaje. Este es un proceso mediante el cual los forrajes que se quieren almacenar se pican, compactan y almacenan en estructuras conocidas como silos, y se fermentan en ausencia de aire. Este método de conservación permite mantener la mayor parte de los nutrientes presentes en el forraje, con lo cual se garantiza su buena calidad para los animales.

Teniendo en cuenta las condiciones de las fincas ganaderas, se recomienda seleccionar un área de entre 2000 y 3000 m² para sembrar maíz u otro cultivo transitorio que crezca rápido y se coseche en poco tiempo. El objetivo es aprovechar este cultivo para producir ensilaje, técnica muy útil para conservar forraje y asegurar alimentación en épocas críticas. En el caso del maíz, se recomienda cosecharlo en un estado de grano pastoso/lechoso, más conocido como choclo. En este proceso deben seguirse los siguientes pasos (figura 20).

Información sobre la elaboración y suministro del ensilaje a las vacas

Acceda a este código QR para obtener información sobre el ensilaje para las vacas:



Fuente

Merchancano Rosero, J. D., Castro Rincón, E. y Hernández Oviedo, F. (2022). *Cultivo y ensilaje de avena (Avena sativa L.) en el trópico alto del departamento de Nariño*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405156>

Establecimiento
de cultivo de maíz

Cosecha manual

Picado con máquina
pica pastosEmpacado en bolsas de ensilar
negras calibre 6, por un periodo
mínimo de 30 díasSuministrar a las
vacas en comedero

 **Figura 20.** Proceso de elaboración de ensilaje de maíz (*Zea mays* L.)

El periodo de transición: la clave para una lactancia exitosa

Este periodo se define como el tiempo que transcurre desde tres a cuatro semanas antes del parto hasta tres o cuatro semanas después (Lean y Garis, 2010). Se caracteriza por cambios abruptos en el estatus morfofisiológico de diferentes órganos de las vacas relacionados con el último tercio de gestación, el parto y la lactancia temprana (figura 21) (Duffield, 2004).

La importancia de este periodo reside en el hecho de que define el futuro productivo, reproductivo, metabólico y sanitario del animal. La selección genética a la que han sometido a los bovinos lecheros durante los últimos años ha convertido a las vacas en “atletas metabólicas”, que incrementan rápidamente la producción de leche hasta alcanzar el máximo unas pocas semanas después del parto. Sin embargo, esto implica una mayor demanda de nutrientes. Un

deficiente manejo nutricional en este periodo puede afectar no solo el volumen y la calidad de la leche producida, sino que también puede afectar negativamente la salud y rendimiento reproductivo del animal (Godson et al., 1996).

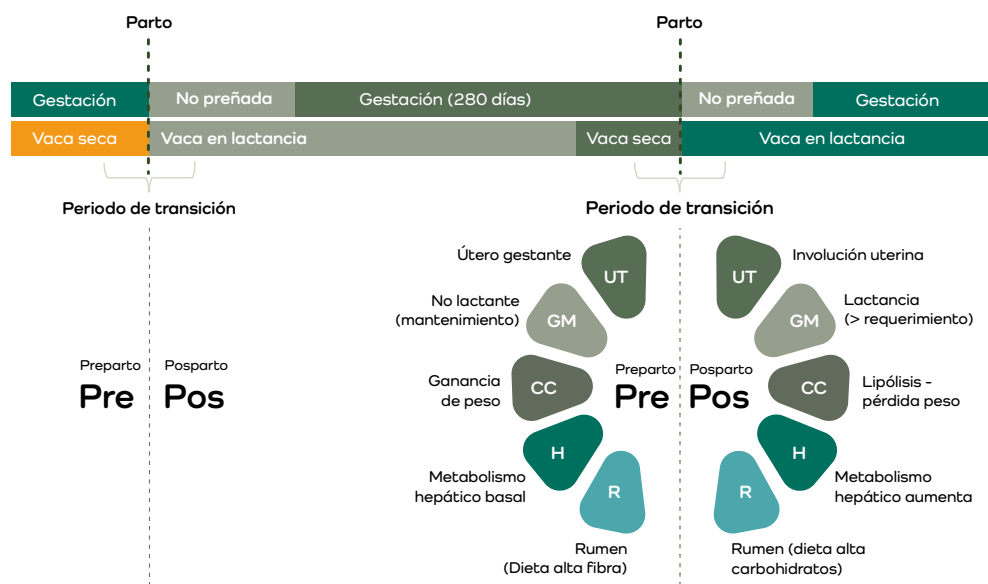


Figura 21. Representación esquemática del periodo de transición durante la vida productiva

El aspecto más relevante del periodo de transición tiene que ver con los cambios que se presentan en la demanda de nutrientes y la reorganización del metabolismo nutricional del animal para garantizar el cubrimiento de los requerimientos de proteína, energía, vitaminas y minerales necesarios durante la gestación y posterior lactancia (Vallejo Timarán et al., 2017). La demanda de glucosa por la glándula mamaria es tres veces más alta al comienzo de la lactancia que al final de la gestación (LeBlanc et al., 2006). En el caso de proteínas, esta demanda se duplica mientras que la de ácidos grasos puede ser hasta ocho veces más alta. Por otro lado, mientras que para la formación del feto se requieren de 5 a 7 gramos de calcio/día, las demandas de este mineral para la formación de calostro en la glándula mamaria pueden ser hasta cuatro veces más altas, hasta alcanzar los 23 gramos/día (Lean y Garis, 2010).



Cuando se trata de vacas de producción de leche, el animal deja de recibir suplementación al momento del secado (véase figura 21) y, simultáneamente, se las traslada a potreros de baja calidad nutricional, con lo cual el perfil y cantidad de nutrientes absorbidos por el animal cambia drásticamente. Por esta razón, entre los principales cambios en el periodo de transición, debe resaltarse la disminución en el consumo de materia seca, la baja absorción de nutrientes en el rumen y el posterior desarrollo de balance energético negativo (BEN), además de movilización de tejido adiposo con el consecuente incremento de cuerpos cetónicos en sangre e inmunosupresión (Ingvarsen, 2003).

Como consecuencia de todo lo anterior, la capacidad de absorción de suplementos energéticos se reduce, por lo cual se requiere un periodo de adaptación posparto para que las papilas ruminales alcancen su máximo tamaño y el área de absorción sea suficiente para enfrentar un incremento en el consumo de alimentos rápidamente fermentables (4 a 6 semanas) que soporten los requerimientos nutricionales de la producción de leche. Con base en todo lo aquí señalado, el periodo de transición debe entenderse no solo como un tiempo con cambios fisiológicos propios del animal, sino como un periodo de manejo nutricional de “adaptación” en el que se prepara al animal en preparto para que sea capaz absorber y metabolizar la suplementación nutricional necesaria que apoye la producción de leche en el posparto, sin consecuencias en salud, productividad ni fertilidad (LeBlanc et al., 2006).

Impacto de la relación suelo-planta-animal en la calidad de la leche

Para poder enfrentar la demanda nutricional propia del periodo de transición e inicio de lactancia, es necesario hacer ajustes nutricionales, formulación de dietas y balanceo de raciones. Las condiciones de producción de leche en pastoreo en trópico alto se caracterizan por hatos localizados en altitudes de entre 2400 y 2800 m.s.n.m., con temperaturas que oscilan entre 8 y 16 °C. El sistema de alimentación consiste en pasturas de pastoreo rotacional permanente (periodo de rotación de 25 a 45 días) con suplementación energética y mineral adicional (Carulla y Ortega, 2016; Múniera-Bedoya et al., 2018). Estos sistemas de producción basados en pasturas en el trópico alto se enfrentan



a características ambientales, nutricionales y de manejo (figura 22 a figura 25) que predisponen a las vacas a baja productividad, enfermedades posparto y baja fertilidad (Bargo et al., 2003; Carulla y Ortega, 2016; Montoya-Zuluaga y Cerón-Muñoz, 2017; Saborío-Montero et al., 2018), lo que afecta la sostenibilidad de dichos sistemas.



 **Figura 22.** Condiciones ambientales de la producción de leche en trópico alto con zonas montañosas de gran altitud y topografía ondulada. A) y D) Humedad relativa alta, radiación solar alta, velocidad del viento alta, disponibilidad de oxígeno baja, periodos secos-lluviosos consecutivos y Holstein y sus cruces como raza predominante; B) y E), condiciones con promedio de producción de leche variable
Fotografía: Darío Antonio Vallejo.



 **Figura 23.** Sistemas de pastoreo rotacional permanente en la producción de leche en trópico alto con tiempos de rotación variable (28-45 días). A) y C) con utilización de franjas y praderas pequeñas sin cálculo de consumo; B) y D), en algunos casos, las vacas deben caminar distancias largas desde el potrero a la zona de ordeño
Fotografías: Darío Antonio Vallejo.



Figura 24. Alimentación en la producción de leche en trópico alto; pasturas con volumen variable de forraje y fibra según la época del año y etapa de rotación. A) con predominancia de la especie kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov); B) se presenta la necesidad de suplementación energética con grandes cantidades de concentrados; C) manejo subóptimo de la pastura (alta fertilización nitrogenada, sin aforo, sin bromatológico); D) el cálculo de consumo y el balanceo de raciones no son prácticas comunes

Fotografías: Darío Antonio Vallejo.

Según lo ya expuesto, en estos sistemas productivos el conocimiento de las características del suelo, el aporte nutricional de las pasturas y el estatus metabólico del animal son elementos clave para asegurar el manejo nutricional integral. En el valle de Sibundoy existe una relación suelo-planta-animal (SPA) directa para minerales (Ca, P y Mg) y nutrientes en la planta que aportan proteína y energía. Dicha relación permitió diseñar un modelo de producción de leche con una mayor sostenibilidad basado en el manejo de una fertilización



integrada y el uso de bioinsumos que incrementen la disponibilidad de minerales para la planta, lo que mejora la alimentación y el metabolismo animal. Así, se incrementa la eficiencia en el uso del suelo y las praderas por cada litro de leche producido.

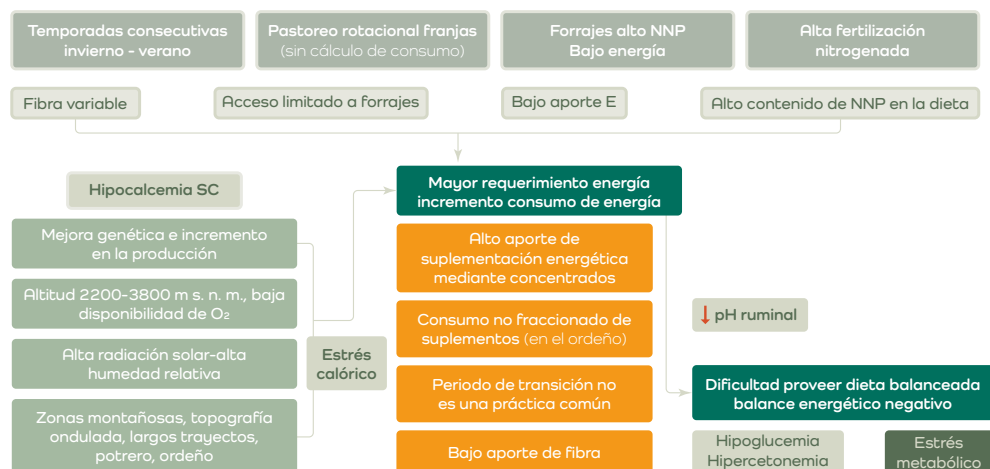
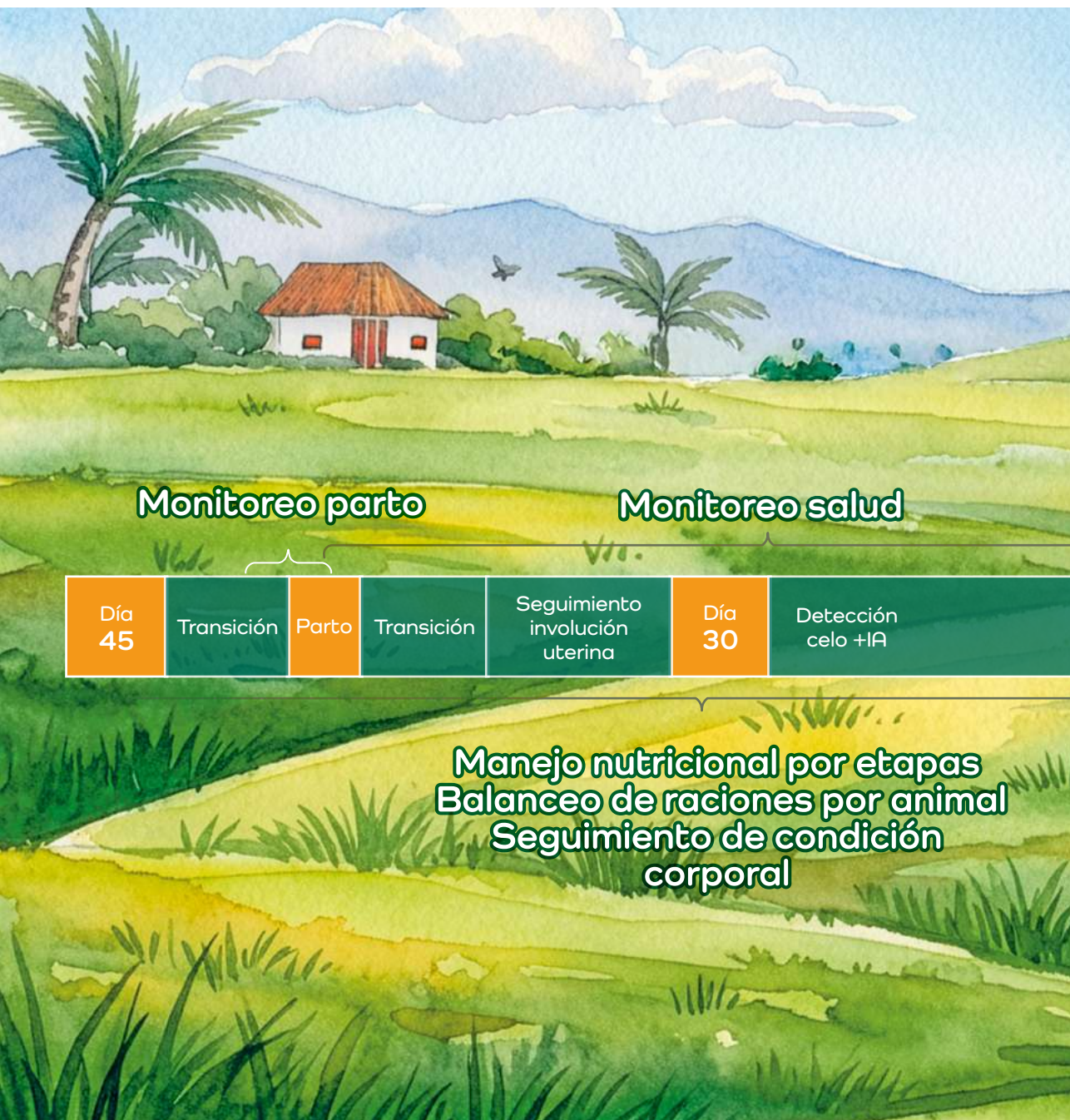


Figura 25. Sistemas de pastoreo rotacional permanente en la producción de leche en trópico alto

Adicionalmente, a partir de la asociación entre los perfiles composicionales de la leche, los analitos sanguíneos, el análisis del suelo y el perfil composicional de los pastos, se determinó que la relación suelo-planta-animal puede utilizarse para optimizar las dietas, lo que hace más eficiente el sistema productivo.

Estrategias de manejo para el periodo de transición, posparto y lactancia

El manejo nutricional de la vaca durante el periodo de transición tiene el fin de reducir los desórdenes asociados al parto (hipocalcemia, distocia, retención de placenta, cetosis, enfermedad uterina posparto, entre otros), los cuales reducen la eficiencia productiva y reproductiva del hato.



 **Figura 26.** Manejo del periodo de transición y lactancia



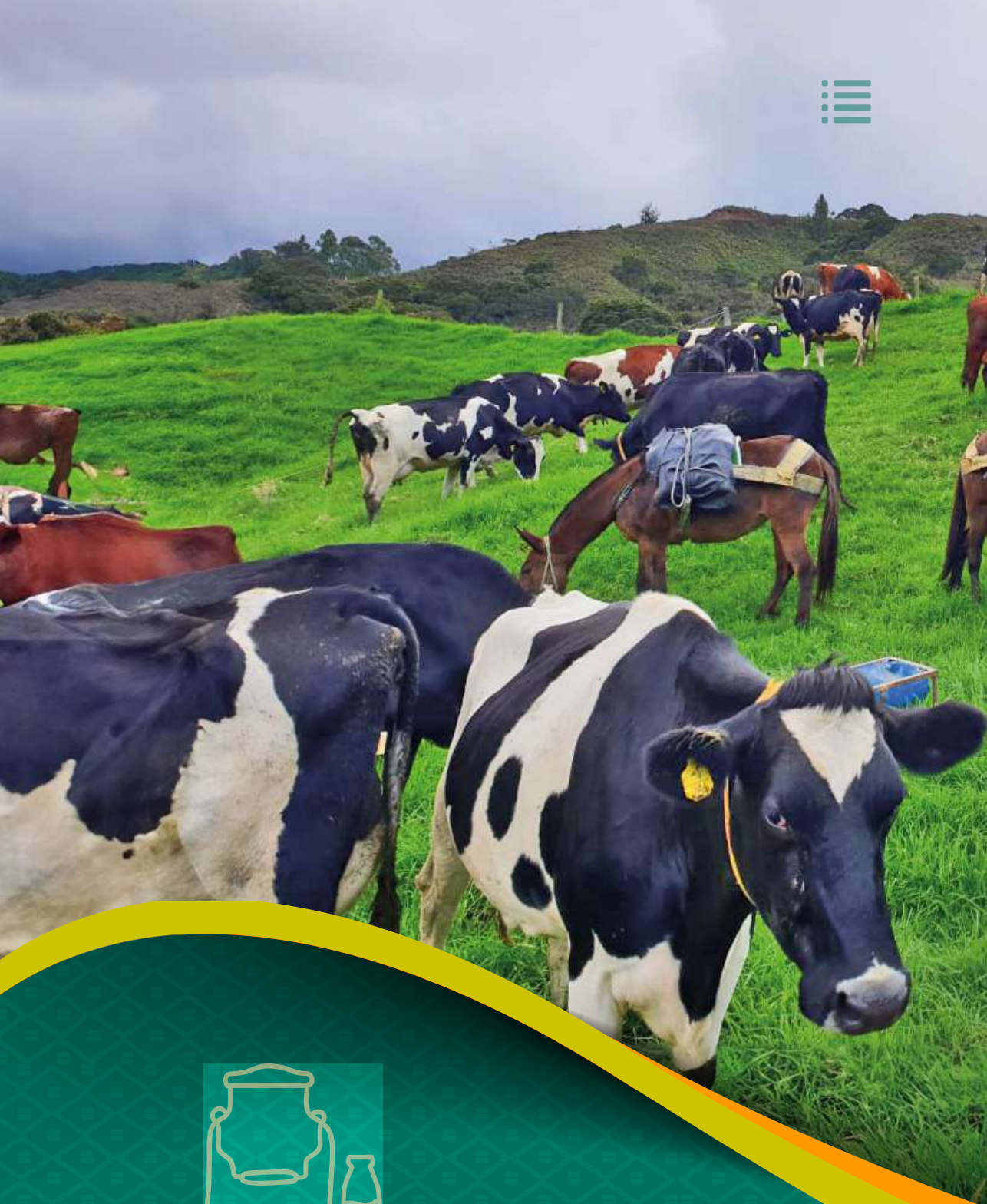
Diferentes estrategias se han recomendado en la etapa de transición-posparto-lactancia; sin embargo, por regla general, la estrategia de manejo (figura 26) se basa en los siguientes elementos: a) manejo nutricional preparto en el periodo seco para adaptar a la vaca a la dieta posparto, b) monitoreo de la condición corporal preparto-posparto, c) monitoreo y seguimiento del parto, d) balanceo de raciones durante el posparto temprano y toda la lactancia, e) monitoreo de salud del animal e involución uterina, f) monitoreo de reactivación ovárica y g) manejo reproductivo y seguimiento de la gestación.



Días 30, 60 y 90 pos-IA.
Diagnóstico gestación y
pérdidas gestacionales

Día 180 pos-IA
Secado y manejo preparto







Capítulo 3

**Convierte tu
producción en un
negocio rentable**



Las variables económicas son clave para evaluar la viabilidad de una finca lechera. Existen indicadores que permiten consolidar los resultados de la actividad productiva, teniendo en cuenta no solo el desempeño interno del sistema, sino también factores externos como el costo de los insumos, los materiales y el precio de venta de la leche cruda.

El análisis desarrollado durante el taller de costos de producción, en el que los propios productores de la zona aportaron de manera participativa las cifras y condiciones promedio de sus fincas, reveló una situación económica poco favorable. Según el indicador de rentabilidad general, el resultado fue de -37%, lo que refleja pérdidas significativas en la actividad ganadera de la zona.

El escenario que se presenta en la tabla 5 muestra los parámetros bajo los cuales se realizan los cálculos correspondientes a los costos de producción y estimación de viabilidad económica.

Tabla 5. Parámetros del taller de costos del sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Valor
Ciclo productivo (meses)	12
Área (ha)	4
Número de vacas en producción	3
Número de secas	1
Número de terneras	2
Periodo de lactancia (días)	210
Producción de litros/vaca/día (promedio)	5
Producción total de litros/periodo	3150



La producción total estimada para un ciclo productivo de 12 meses es de 3150 litros de leche cruda. Este cálculo se basa en un escenario en el que la finca mantiene en producción 4 vacas, cada una con un rendimiento promedio de 5 litros diarios durante un periodo de lactancia de 210 días.

Los costos consolidados para el sostenimiento de esta finca durante el ciclo productivo de 12 meses se presentan en la tabla 6, con cifras nominales para la vigencia del 2025.

Tabla 6. Costos consolidados de establecimiento y operación para un sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Valor (\$)	Participación (%)
Maquinaria, equipos y herramientas	370 278	3
Inversión	2 721 602	24
Mano de obra	3 590 000	32
Insumos pecuarios	2 491 750	22
Costos indirectos	2 000 000	18
Total	11 173 630	100

La estructura de costos consolidados revela que la mano de obra representa el mayor gasto (32%), debido principalmente a las labores de ordeño, manejo animal y transporte de la leche. La inversión inicial, que incluye el valor de los semovientes y la división de potreros, al depreciarse en un ciclo productivo de 12 meses corresponde al 24 % de los costos totales. Por su parte, los insumos pecuarios representan el 22 % de los costos, impulsados principalmente por la compra de concentrado para bovinos y sal mineralizada.

El 18 % de los costos corresponde a un costo indirecto asociado al uso de la tierra, ya que en el escenario planteado se contempla el arrendamiento del predio. Finalmente, el componente de menor peso (3%) está relacionado con el uso de herramientas y equipos básicos para la actividad lechera, como cantinas, bebederos, mangueras y otros implementos necesarios.



Los valores descritos corresponden a los costos, gastos e ingresos de un sistema de producción lechera en el municipio de Sibundoy (Putumayo), en un ciclo productivo de 12 meses y utilización de cifras nominales del 2025 (tabla 7). Con base en esta información, a continuación se presentan los valores totales que permiten calcular indicadores clave, como el ingreso total, el margen neto y la rentabilidad del sistema.

Tabla 7. Indicadores económicos del sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Valor (\$)
Inversión total	23 827 929
Inversión depreciada anual	2 721 602
Costos directos	6 452 028
Costos indirectos	2 000 000
Costos totales	11 173 630
Costo del litro de leche	3547
Precio del litro de leche	1600
Ingreso por venta de leche	5 040 000
Ingreso por venta de terneros	2 000 000
Ingresos totales	7 040 000
Margen o utilidad neta	-4 133 630
Rentabilidad	-37

A partir de estos resultados, se plantea un segundo escenario —o escenario potencial— en el que se ajustan algunos de los parámetros iniciales del ejercicio anterior. Estos cambios implican modificaciones en ciertos costos, especialmente en insumos pecuarios y en la inversión, pero el mayor impacto se refleja en el aumento del volumen de producción de leche y, en consecuencia, en una mayor generación de ingresos.



Con el fin de obtener un nivel productivo más elevado, con base en las limitaciones en recursos económicos y tecnológicos, en la tabla 8 se presentan los parámetros iniciales del escenario potencial acordado con los productores y ganaderos participantes en el taller de costos.

Tabla 8. Parámetros del escenario potencial del taller de costos del sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Valor
Ciclo productivo (meses)	12
Área (ha)	4
Numero de vacas en producción	4
Numero de secas	1
Numero de terneras	2
Periodo de lactancia (días)	270
Producción de litros/vaca/día (promedio)	7
Producción total de litros/periodo	7560

Los principales cambios en los parámetros iniciales de este escenario se relacionan con el aumento en el número de vacas en producción, que pasa de 3 a 4; la ampliación del periodo de lactancia promedio, de 210 a 270 días, y un incremento en la producción diaria por vaca, que sube en 2 litros. Estas mejoras se reflejan en un aumento significativo de la producción total estimada para el ciclo productivo, que alcanza los 7560 litros de leche cruda (tabla 9).



Tabla 9. Costos consolidados de establecimiento y operación escenario potencial para un sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Valor (\$)	Participación (%)
Maquinaria, equipos y herramientas	370 278	3
Inversión	3 121 602	23
Mano de obra	4 340 000	32
Insumos pecuarios	3 685 000	27
Costos indirectos	2 000 000	15
Total	13 516 880	100

En comparación con el escenario inicial, los cambios más significativos se presentan en los insumos pecuarios, debido al aumento en los costos asociados al mantenimiento de una vaca adicional. También se incrementan los costos de mano de obra, como resultado de la ampliación de las horas dedicadas al ordeño, y la inversión inicial, por la adquisición de un nuevo semoviente.

Finalmente, en la tabla 10 se presenta un comparativo de los indicadores económicos de los dos escenarios planteados, con el propósito de identificar los impactos más relevantes causados por los ajustes técnicos en los parámetros iniciales del escenario potencial.

Como puede observarse, el aumento en el volumen de producción, junto con un precio por litro de leche más alto (posiblemente asociado a mejoras en la calidad composicional), determina un ingreso total del 170 % superior al del escenario inicial. Aunque los costos de producción también aumentan, este incremento no es proporcional, ya que algunos costos directos se mantienen sin cambios. Como resultado, se obtiene una utilidad neta positiva y un indicador de rentabilidad del 15 %, lo que evidencia que se trata de un ejercicio productivo viable.



Tabla 10. Comparación de indicadores económicos: escenario inicial versus escenario potencial del sistema productivo lechero (Sibundoy, 2025)

Descripción	Escenario inicial (\$)	Escenario potencial (\$)
Inversión total	23 827 929	27 827 929
Inversión depreciada anual	2 721 602	3 121 602
Costos directos	6 452 028	8 395 278
Costos indirectos	2 000 000	2 000 000
Costos totales	11 173 630	13 516 880
Costo del litro de leche	3547	1788
Precio del litro de leche	1600	1800
Ingreso por venta de leche	5 040 000	13 608 000
Ingreso por venta de terneros	2 000 000	2 000 000
Ingresos totales	7 040 000	15 608 000
Margen o utilidad neta	-4 133 630	2 091 120
Rentabilidad	-37%	15 %



Referencias

- Astaíza, J. M., Muñoz Ordóñez, M. R., Benavides Melo, C. J., Vallejo Timarán, D. A. y Chaves Velásquez, C. A. (2017). Caracterización técnica y productiva de los sistemas de producción lechera del valle de Sibundoy, Putumayo (Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(24), 31-43. <https://doi.org/10.19052/mv.4253>
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S. y Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 1-42. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4)
- Benavides, J. C., Avellaneda, Y., Buitrago, C., Castro, E., Castillo, J., Rendón, C., Romero, J. F., Torres, D. R., Vargas, J. de J., Zúñiga, A., Benavides, G., Carrillo, S., Díaz, J., Gómez, C., Hernández, D., Porras, A. y Vela, J. F. (2019). *Guías de mejores prácticas en sistemas de producción de leche con base en pasturas para el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA); The Agribusiness Group. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35641>
- Borja Tintinago, J. J., Bacca Acosta, P. P., Obando Enríquez, B. G., Meneses Estrada, E. V., Castro Rincón, E., Meneses Buitrago, D. H. y Cadena Pastrana, Á. M. (2024). *Conozcamos y aprovechemos la agrodiversidad forrajera del Alto Putumayo: Pastos y forrajes para la alimentación láctea y cuyícola*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/424/531/2456-1>
- Brevik, E. C., Slaughter, L., Singh, B. R., Steffan, J. J., Collier, D., Barnhart, P. y Pereira, P. (2020). Soil and human health: Current status and future needs. *Air, Soil and Water Research*, 13, 1-23. <https://doi.org/10.1177/1178622120934441>
- Carulla Fornaguera, J. E. y Ortega García, E. (2016). Dairy production systems of Colombia: Challenges and opportunities. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 83-87.



- Castro Rincón, E., Cardona Iglesias, J. L., Meneses Buitrago, D. H., Morales Montero, S. P., Zapata Molina, J. J., Portillo López, P. A. y Hernández Oviedo, F. (2022). *Características, uso y manejo de gramíneas y leguminosas en sistemas de producción bovina del trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405514>
- CONtexto Ganadero. (2024). *Cómo el pastoreo en franjas transformó una pequeña lechería en Colombia* [diario digital]. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-el-pastoreo-en-franjas-transformo-una-pequena-lecheria-en-colombia>
- Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Hanson, J., Mullen, B. F., Partridge, I. J., Peters, M. y Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical forages: an interactive selection tool* [aplicación web]. Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). <https://hdl.handle.net/10568/49072>
- Duffield, T. F. (2004). Monitoring strategies for metabolic disease in transition dairy cows. *Proceedings of the World Buiatrics Congress (Canada, 2004)*. World Buiatrics Congress, Canada, 2004, Quebec, Canada. <https://www.ivis.org/library/wab/wbc-congress-canada-2004/monitoring-strategies-for-metabolic-disease-transition-dairy>
- Entidad Territorial Indígena Atun Wasi Iuai del pueblo inga de Colombia (AWAI). (2020). *La educación indígena y la conservación y producción del conocimiento científico: el ejemplo del pueblo inga de Colombia*. AWAI. <https://www.ohchr.org/sites/default/files/documents/issues/culturalrights/cfis/scientific-progress/submissions/Informe-Pueblo-Inga-por-Expertos-Ginebra-ES.pdf>
- Franco Quijano, A., Arreaza T., L. C., Barros, J., Sánchez Matta, L., Pérez, O. y Pardo, Ó. (2005). *Manejo experto de praderas: sistema de ayuda para la administración de praderas con animales*. MEP 2 versión 2.0.77. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12925>
- Godson, D. L., Campos, M., Attah-Poku, S. K., Redmond, M. J., Cordeiro, D. M., Sethi, M. S., Harland, R. J. y Babiuk, L. A. (1996). Serum haptoglobin as an indicator of the acute phase response in bovine respiratory disease. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 51(3-4), 277-292. [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(95\)05520-7](https://doi.org/10.1016/0165-2427(95)05520-7)



- Ingvarstsen, K. L. (2003). On the relationship between lactational performance and health: Is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*, 83(2-3), 277-308.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2015). *Capacidad de uso de las tierras del área plana del distrito de adecuación de tierras del valle de Sibundoy, departamento de Putumayo a escala 1:25.000* [mapa]. Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=ccbf8ca50b4442889fa8384c40a97dc5>
- Lascano, C. E., Ávila, P. y Ramírez, G. (1996). Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito. *Pasturas Tropicales*, 18(3), 65-70.
- Lean, I. y Garis, P. (2010). *Transition cow management*. Dairy Australia.
- LeBlanc, S. J., Lissemore, K. D., Kelton, D. F., Duffield, T. F. y Leslie, K. E. (2006). Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1267-1279. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72195-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72195-6)
- Lerma Lasso, J. L., Oviedo, F. H., Portillo López, P. A., Arana Chico, H. C., Cadena Pastrana, Á. M. y Castro Rincón, E. (2022). *Herramientas para mejorar la producción y calidad de la leche en el trópico alto colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7405354>
- Medina-Castellanos, E. A., Sánchez-Espinosa, J. A. y Cely-Reyes, G. E. (2017). Génesis y evolución de los suelos del valle del Sibundoy (Colombia). *Ciencia y Agricultura*, 14(1), 95-105. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6092>
- Merchancano Rosero, J. D., Castro Rincón, E. y Hernández Oviedo, F. (2022). *Cultivo y ensilaje de avena (Avena sativa L.) en el trópico alto del departamento de Nariño*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405156>
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 7-24.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Resolución 464 de 2017. Por la cual se adoptan los lineamientos estratégicos de política pública para la agricultura campesina, familiar y comunitaria y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000464%20de%202017.pdf>



- Montoya-Zuluaga, J. J. y Cerón-Muñoz, M. F. (2017). Factors associated with milk urea nitrogen in dairy cows. *Livestock Research for Rural Development*, 29(6). <http://www.lrrd.org/lrrd29/10/cero29197.html>
- Múnera-Bedoya, O. D., Cassoli, L. D., Olivera-Ángel, M. y Cerón-Muñoz, M. F. (2018). Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico. *Livestock Research for Rural Development*, 30(86). <http://www.lrrd.org/lrrd30/5/cecon30086.html>
- Ocampo, J. A. (2014, octubre). *Misión para la transformación del campo: Saludar la deuda histórica con el campo. Marco conceptual de la misión para la transformación del campo*. Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/documento%20marco-mision.pdf>
- Palacios Bucheli, V. J. y Barrientos Fuentes, J. C. (2014). Caracterización técnica y económica de los agrosistemas de producción en dos resguardos indígenas del Putumayo (Colombia). *Acta Agronómica*, 63(2), 91-100. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n2.29358>
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A. y Piñeiro-Vázquez, A. T. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: Alternativa de mitigación ambiental para América Latina. Revisión bibliográfica. *Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Rodríguez Muñoz, M. (2024). *Conservación del jajañ y de la soberanía alimentaria del pueblo kamëntšá á biyá, en el Centro de Formación Kamëntšá Biyá Benach* [Licenciatura en Etnoeducación, UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/64401>
- Saborío-Montero, A., Vargas-Leitón, B., Romero-Zúñiga, J. J. y Camacho-Sandoval, J. (2018). Additive genetic and heterosis effects for milk fever in a population of Jersey, Holstein × Jersey, and Holstein cattle under grazing conditions. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9128-9134. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14234>
- Sánchez, L., Londoño, C. E., Benavides, J. C., Castillo, J. y Torres, D. R. (2013). *Recuperación de suelos y renovación de praderas en sistemas de producción de leche especializada de trópico alto*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13521>
- Vallejo Timarán, D. A. A., Benavides Melo, C. J., Morillo Patiño, D. P., Astaíza Martínez, J. M. y Chaves Velásquez, C. A. (2017). Efecto de las enfermedades en posparto temprano sobre el intervalo parto concepción: estudio de cohorte en vacas

lecheras de Pasto, Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(1), 33-43. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.3>

Vallejo-Timarán, D., Montoya-Zuluaga, J., Castillo-Vanegas, V. y Maldonado-Estrada, J. (2020). Parity and season affect hematological, biochemical, and milk parameters during the early postpartum period in grazing dairy cows from high-tropics herds. *Heliyon*, 6(5), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04049>

Vallejo-Timarán, D., Reyes-Vélez, J., VanLeeuwen, J., Maldonado-Estrada, J. y Astaiza-Martínez, J. (2020). Incidence and effects of subacute ruminal acidosis and subclinical ketosis with respect to postpartum anestrus in grazing dairy cows. *Heliyon*, 6(4), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03712>



La producción lechera en el Alto Putumayo enfrenta retos productivos, ambientales y culturales

que requieren soluciones integrales y sostenibles, adaptadas a las condiciones reales del territorio. Este manual es el resultado del trabajo conjunto entre AGROSAVIA y la comunidad indígena Kamentsá Biyá, que consolida un modelo de producción sostenible orientado a fortalecer la ganadería de pequeña escala, mediante investigación participativa, diálogo de saberes y valoración directa en campo.

Su propósito es aumentar la competitividad y rentabilidad de los sistemas lecheros sin comprometer los recursos naturales ni la identidad cultural del valle de Sibundoy. Para ello, el manual se enfoca en optimizar áreas clave como el manejo del suelo, el uso eficiente de los forrajes, la suplementación animal, el periodo de transición y la relación suelo-planta-animal, elementos determinantes para mejorar la productividad y la salud del hato. Con ello, se impulsarán sistemas lecheros más resilientes, eficientes y ambientalmente responsables, y se contribuirá al bienestar familiar, la conservación del territorio y la sostenibilidad productiva a largo plazo.

Dirigido a productores, asistentes técnicos y actores del sector lácteo del Alto Putumayo, esta es una herramienta esencial para aprender, transformar y avanzar hacia una ganadería que cuide la tierra y garantice bienestar para las generaciones futuras.