

Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel

Recomendaciones para los
productores del municipio
de La Cruz, Nariño

AGROSAVIA
EDITORIAL

Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel

Recomendaciones para los productores
del municipio de La Cruz, Nariño

Diego Leonardo Cortés Delgadillo
Martha Marina Bolaños-Benavides
Diego Hernán Meneses Buitrago
Juan Fernando López Rendón
David Rodríguez Puertas
Lina Marcela Ríos Peña
Jose Libardo Lerma Lasso

Colección Alianzas AGROSAVIA
2024

Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel: recomendaciones para los productores del municipio de La Cruz, Nariño. / Diego Leonardo Cortés Delgadillo [y otros seis] - Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2024. 76 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-734-1

ISBN e-Book: 978-958-740-735-8

1. Conservación de suelos 2. Análisis del suelo 3. Reserva natural 4. Sostenibilidad 4. Sistemas de producción 5. Sistema pecuario 6. Conservación de los recursos 7. La Cruz, Nariño (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura - Agrovoc

Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

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

Centro de Investigación Obonuco, Kilómetro 5, vía Pasto-Obonuco, Nariño. Código postal 520038, Colombia.

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto “Diseño de un plan de reconversión productiva en la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana, departamento de Nariño, en el marco de políticas públicas nacionales”, desarrollado por AGROSAVIA en el marco del programa DRET II y financiado por la Unión Europea (UE), la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Manual

Fecha de recepción: 17 de mayo de 2024

Fecha de evaluación: 28 de mayo de 2024

Fecha de aceptación: 13 de junio de 2024

Primera edición: 250 ejemplares

Impreso en Bogotá, Colombia, agosto de 2024

Autores

Diego Leonardo Cortés Delgadillo

Martha Marina Bolaños-Benavides

Diego Hernán Meneses Buitrago

Juan Fernando López Rendón

David Rodríguez Puertas

Lina Marcela Ríos Peña

Jose Libardo Lerma Lasso

Coautores: Unión Europea en Colombia (UE), Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Verónica Barreto Riveros

Corrección de estilo: Sebastián Montero Vallejo

Diseño y diagramación: Jaime Wilches Cañón

Impresión: DGP Editores

Fotos de portada: Juan Fernando López y

Diego Leonardo Cortés

Citación sugerida: Cortés-Delgadillo, D. L., Bolaños-Benavides, M. M., Meneses-Buitrago, D. H., López-Rendón, J. F., Rodríguez-Puertas, D., Ríos-Peña, L. M., & Lerma-Lasso, J. L. (2024). *Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407358>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Unión Europea en Colombia (UE), la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) o la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o el nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la UE, AICS o la FAO los aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los puntos de vista ni de las políticas de la UE, la AICS o de la FAO.

©UE, ©AICS y ©FAO, 2024

La UE, la AICS y la FAO fomentan el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a

la UE, la AICS y la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la UE, la AICS y la FAO aprueban los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios. Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación, así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org. Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications.es) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

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

**DELEGACIÓN DE LA UNIÓN
EUROPEA EN COLOMBIA**

Embajador de la Unión Europea en Colombia
Gilles Bertrand

Jefe de Cooperación
Alberto Menghini

Oficial de Cooperación - Desarrollo
Rural y Medio Ambiente
Johny Ariza

**AGENCIA ITALIANA DE COOPERACIÓN
PARA EL DESARROLLO**

Director sede AICS Bogotá
Mario Beccia

Coordinador Técnico sede AICS Bogotá
Luca de Paoli

Coordinador Programa DRET II
Furio Massolino

**MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL**

Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural
Jhenifer Mojica Flórez

Viceministra de Asuntos Agropecuarios
Aura María Duarte

Director de Innovación, Desarrollo Tecnológico
y Protección Sanitaria
Alfonso Valderrama

**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA**

Representante en Colombia
Agustín Zimmermann

Especialista Senior en Desarrollo Rural,
Sistemas Alimentarios y Mercados Inclusivos
Marcos Rodríguez Fazzone

Coordinador Políticas de Desarrollo Rural FAO
y Experto en Agricultura y Desarrollo Rural
Asistencia Técnica UE – FAO – AICS
Carlos Fernando Martínez Chacón



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

Contenido

Agradecimientos	6
Introducción	8
Características edafoclimáticas del municipio de La Cruz	10
Capítulo I. Prácticas de manejo de suelos en los sistemas productivos del municipio de La Cruz	18
Raíces y tubérculos	18
Cultivos de especies frutales	21
Cultivos de gramíneas y leguminosas	27
Sistema pecuario	29

Capítulo II. Estado actual de los suelos 33

Cultivo de achira **33**

Cultivos de especies frutales **38**

Ganadería **41**

Capítulo III. Prácticas de manejo sostenible de suelos 45

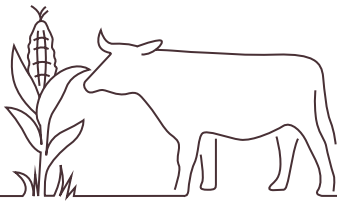
Descripción general de prácticas de agricultura de conservación para el
manejo sostenible del suelo **45**

Estrategias sostenibles de sistemas agrícolas **47**

Estrategias sostenibles de sistemas pecuarios **51**

Referencias **70**

Los autores **74**



Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al Programa de Asistencia Técnica a las Políticas Públicas del Sector Agropecuario en Colombia (DRET II) de la Agencia Italiana de Cooperación para el desarrollo (AICS), en convenio con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Unión Europea (UE), por promover el desarrollo rural con enfoque territorial en Colombia. En especial, por fortalecer las capacidades técnicas y humanas de AGROSAVIA mediante el cofinanciamiento del proyecto “Diseño de un plan de reconversión productiva en la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana, departamento de Nariño, en el marco de políticas públicas nacionales”, proyecto ejecutado a partir del convenio de contribución LA/2020/416-581.

Asimismo, los autores expresan gratitud hacia los productores agropecuarios de la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana del municipio de La Cruz (Nariño), por su disposición y cooperación.



Rotación y asociación de cultivos papa-arveja-olluco.
Foto: Juan Fernando López Rendón

Introducción

En el marco del proyecto “Diseño de un plan de reconversión productiva en la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana, departamento de Nariño, en el marco de políticas públicas nacionales”, se propuso la construcción de un plan de manejo de suelos que aporte los elementos biofísicos para optimizar el manejo de este recurso natural, según las prácticas que realizan los productores agropecuarios en los sistemas productivos más importantes del municipio de La Cruz (figura 1).

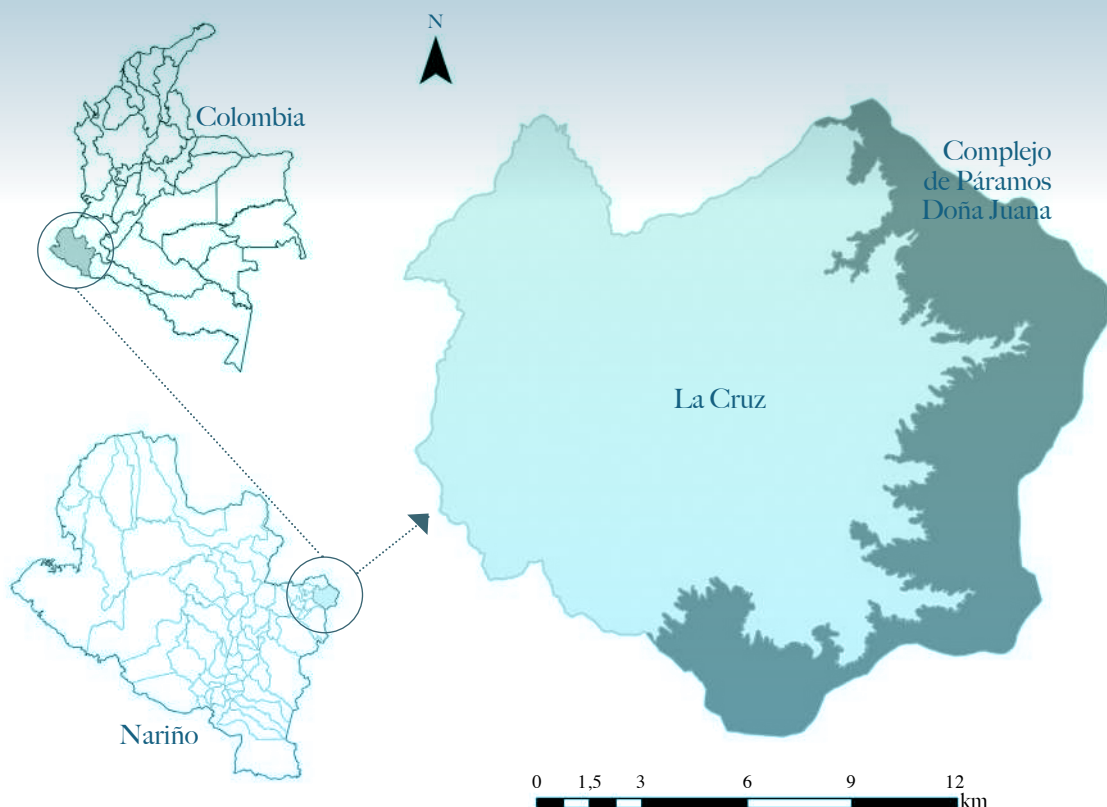


Figura 1. Mapa de localización del municipio de La Cruz.

Fuente: Elaboración propia

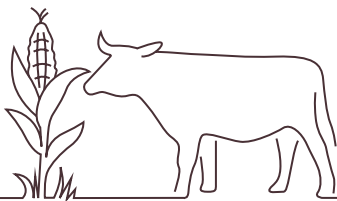


Asociación de cultivos de maíz y raíces andinas en terrazas para la conservación de suelos.
Foto: Juan Fernando López Rendón

En el desarrollo de este proyecto, se pudo evidenciar que el 91 % de los suelos tiene vocación de uso para la conservación de áreas estratégicas ambientales, mientras que el 7,7 % tiene vocación de uso para la agricultura y el 0,95 %, para uso en ganadería sostenible. Lo anterior ha permitido inferir que, actualmente, se presenta un conflicto de uso del suelo en el 52 % del área del municipio.

A partir de dicho escenario, en esta publicación se presenta una cartografía del municipio de La Cruz relacionada con las características de clima, relieve y uso principal recomendado, y se proponen algunas prácticas de conservación y manejo sostenible de suelos, con el fin de mitigar los efectos negativos del conflicto en su uso.

Este manual responde a las necesidades de los productores que participaron en el proyecto, con el propósito de propender a la conservación del suelo como recurso natural no renovable en la escala de tiempo de la vida humana, contribuir al mejoramiento de la seguridad alimentaria de la población, así como mantener los servicios ecosistémicos que prestan las zonas estratégicas del área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel (PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel).



Características edafoclimáticas del municipio de La Cruz

El municipio de La Cruz presenta una temperatura media anual que varía entre 8 y 20 °C, y una precipitación media total entre 1.500 y 2.000 mm anuales (figura 2) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2024).

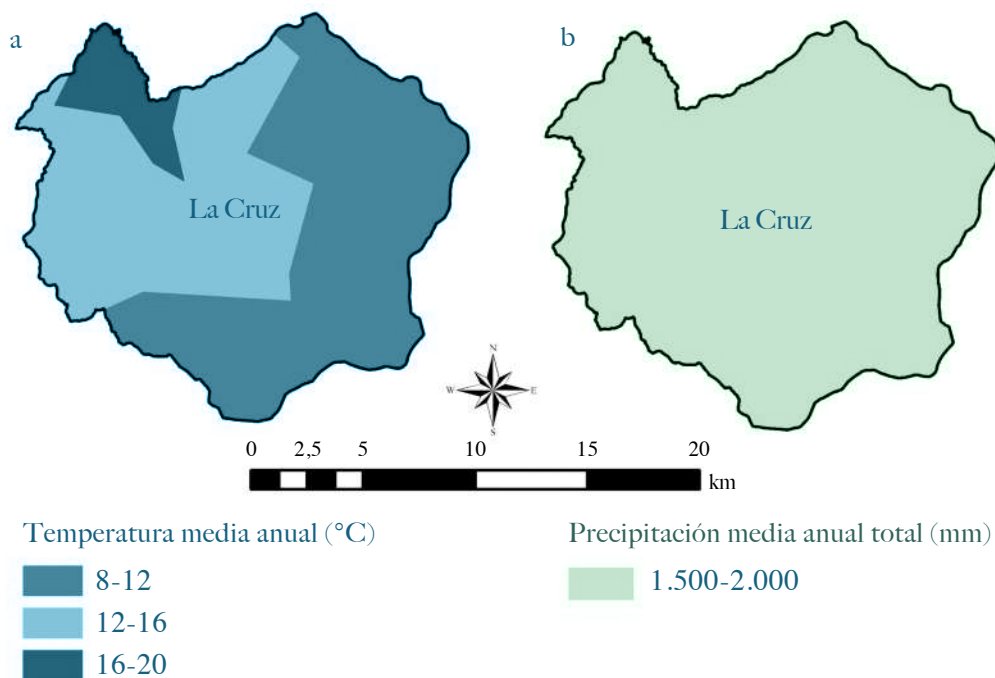
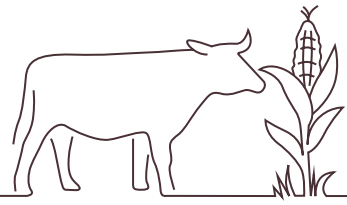


Figura 2. Condiciones climáticas del municipio de La Cruz. a. Temperatura media anual del municipio de La Cruz; b. Precipitación media anual total del municipio de La Cruz. Fuente: Elaboración propia con base en Ideam (2024)



En cuanto al relieve, las cotas altitudinales, comprendidas entre 1.862 y 4.500 m s. n. m. (figura 3), determinan un paisaje de montaña y altiplanicie en donde se enmarca el PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel. Este complejo incluye los volcanes Ánimas, Doña Juana y Petacas.

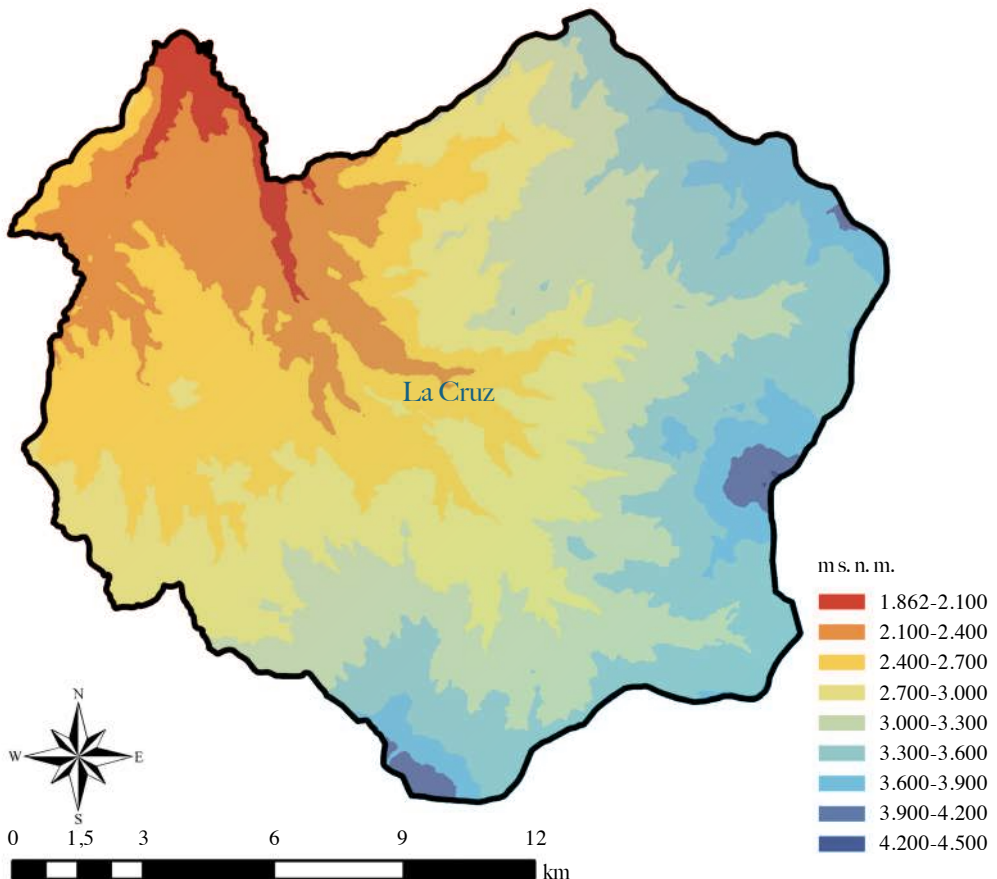
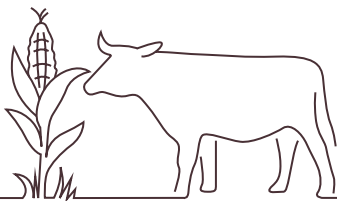


Figura 3. Mapa de la franja altitudinal en el municipio de La Cruz.
Fuente: Elaboración propia



Según el estudio general de suelos del departamento de Nariño (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2004) (figura 4), en el municipio de La Cruz predominan los suelos de orden andisol (en 91 %), los cuales se derivan principalmente de depósitos de cenizas volcánicas. Son profundos a moderadamente profundos, de texturas medias y colores oscuros, bien drenados, fuertemente ácidos, con altos contenidos de materia orgánica y con fertilidad natural baja. Además, se encuentran entisoles en 9 %, caracterizados por ser muy superficiales, de texturas gruesas, guijarrosas y cascajosas, con un drenaje excesivo.

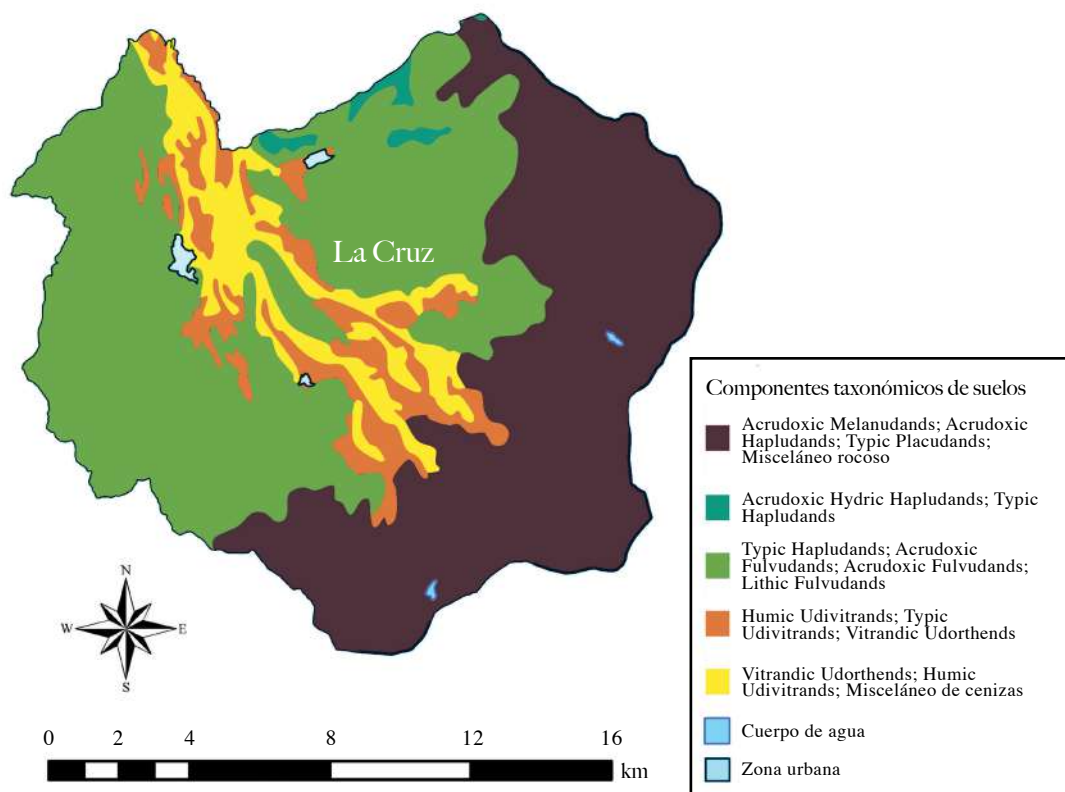


Figura 4. Mapa general de suelos en el municipio de La Cruz.

Fuente: Elaboración propia con base en igac (2004)





Cultivo de hortalizas asociadas en camas con guadua para la conservación de suelos.
Foto: Juan Fernando López Rendón

Debido a sus características físicas, los suelos del municipio de La Cruz están afectados por movimientos en masa, especialmente deslizamientos y procesos de solifluxión. Las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos son las pendientes escarpadas (con inclinaciones mayores al 50 %) y la susceptibilidad a la degradación por erosión. En menor proporción, otros factores —como las bajas temperaturas, los fuertes vientos, la alta saturación de aluminio y la baja capacidad de retención de humedad— también condicionan el uso y manejo de los suelos en el municipio (IGAC, 2004).

En general, únicamente el 9 % del territorio del municipio de La Cruz —aproximadamente 2.065 ha— tiene vocación de uso para la producción agropecuaria, incluyendo cultivos permanentes y transitorios, así como sistemas agrosilvopastoriles. El restante 91 % del área tiene una vocación de uso para actividades forestales de producción y protección, y para la conservación de bosques y recursos hidrobiológicos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2012) (figura 5).

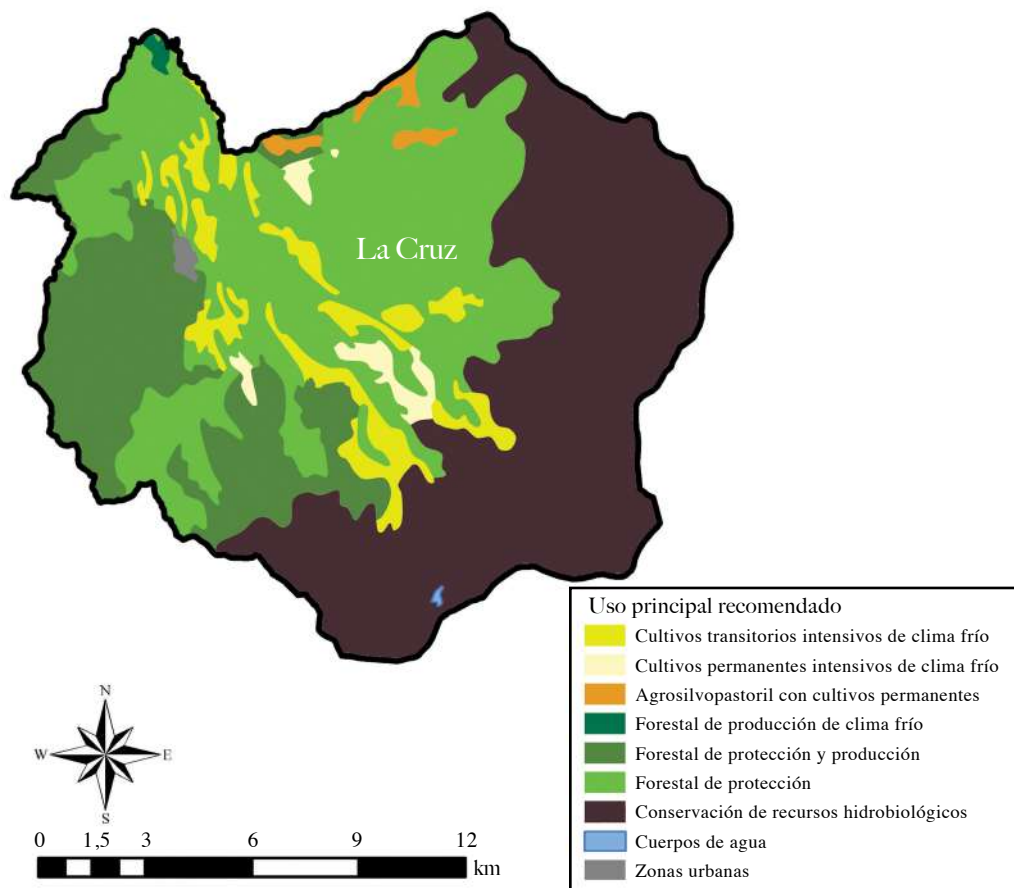
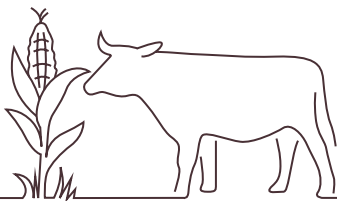
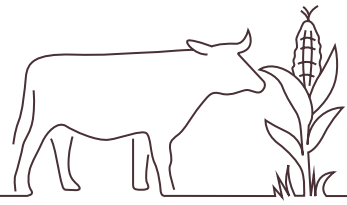


Figura 5. Mapa de usos recomendados en el municipio de La Cruz.

Fuente: Elaboración propia con base en madr (2012)

No obstante, el estudio más reciente de cobertura de las tierras, realizado por el Ideam (2021), reveló que alrededor del 52 % del territorio municipal corresponde a tierras agrícolas, en las que se encuentran diversos cultivos y, principalmente, pasturas dedicadas a la ganadería (figura 6). Esta discrepancia entre los usos recomendados y la realidad actual evidencia un claro conflicto de uso del suelo, especialmente en el área de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel.





Esta situación plantea desafíos importantes en términos de gestión del territorio y conservación ambiental, ya que las actividades agropecuarias están ejerciendo presión sobre los recursos naturales en una zona crucial para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

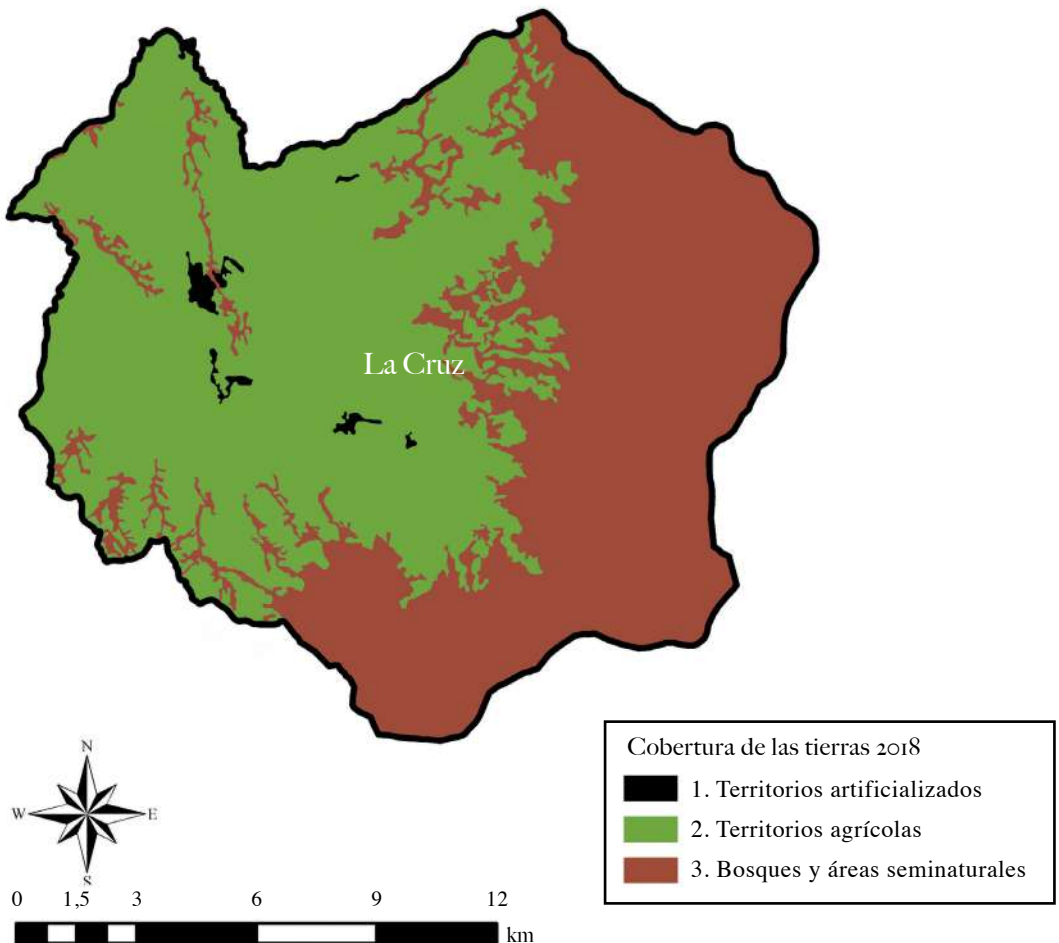
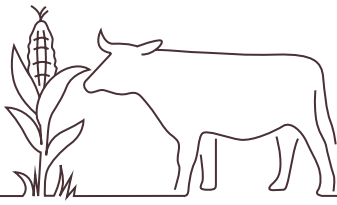


Figura 6. Mapa de coberturas de las tierras de La Cruz, 2018.
Fuente: Elaboración propia con base en Ideam (2021)





El conflicto de uso del suelo que se presenta en el municipio de La Cruz (Nariño), demanda que se adopten medidas de protección del área de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel, las cuales incluyen la implementación de políticas públicas, como el Conpes 3934 (sobre crecimiento verde), la Ley 1931 de 2018 (sobre cambio climático) y el Conpes 113 (sobre seguridad alimentaria), entre otras del orden nacional, con el fin de revertir, en cierta medida, el conflicto de uso del suelo y, por otra parte, garantizar la seguridad alimentaria del municipio mediante la optimización de prácticas de uso y manejo sostenibles del suelo, y la gestión eficiente del recurso hídrico.



Paisaje agropecuario en la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Cultivo de achira en etapa inicial.
Foto: Juan Fernando López Rendón

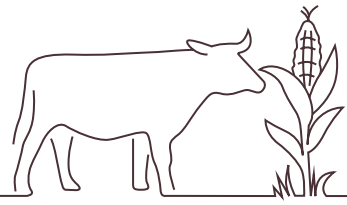
Prácticas de manejo de suelos en los sistemas productivos del municipio de La Cruz

Raíces y tubérculos

Entre las raíces y tubérculos desarrollados en la zona, los cultivos de achira y papa son los más implementados en el área de influencia del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel. El cultivo de achira se encuentra más ampliamente difundido en el territorio del municipio, principalmente en los corregimientos de Escandoy y San Gerardo, con altitudes entre 1.800 y 2.300 m s. n. m. Otro núcleo productivo se encuentra en los corregimientos de La Estancia y Tajumbina, con altitudes superiores a los 2.400 m s. n. m. El cultivo de papa se desarrolla principalmente en los corregimientos de La Estancia, Tajumbina y San Rafael, en zonas de ganadería bovina, en rotación con pasto o cultivos de pancoger.

Dado que se trata de raíces o tubérculos, estos cultivos impactan las condiciones del suelo, ya que presentan prácticas de manejo como el arado con tracción animal o manual, en lotes con alta pendiente. Además, se establecen surcos a favor de la pendiente, lo que supone la alta remoción de suelo y, por tanto, la pérdida de materia orgánica y de nutrientes, así como la disminución de la capacidad de infiltración y retención de humedad. Esta situación se presenta tanto en épocas de siembra como de cosecha y, principalmente, en la etapa de aporque del cultivo de papa.





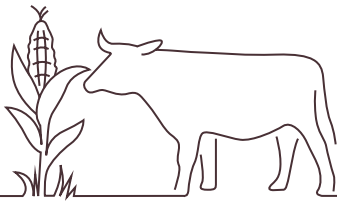
En la literatura se presentan algunos estudios sobre los efectos de la mala labranza y del manejo del suelo. Según Volverás-Mambuscay et al. (2021), en cultivos de papa bajo labranza comercial, en tres municipios del sur de Nariño, ocurre una pérdida de suelo en promedio de 16,38 t/ha en la siembra; de 16,95 t/ha en el primer aporque; de 14,30 t/ha en el segundo aporque, y de 20,45 t/ha en la cosecha. Este comportamiento varía según la localidad, la época de siembra —principalmente a causa de la precipitación—, los tipos de suelos y las labores del cultivo.

Teniendo en cuenta las condiciones de ladera y los altos contenidos de arena de los suelos de la zona de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel, en el municipio de La Cruz, se puede generar erosión hídrica y eólica con el desarrollo de estos cultivos. Por esta razón se deben establecer, participativamente, prácticas de manejo sostenible para disminuir la erosión en los lotes de cultivos y evitar la pérdida de la calidad del suelo. En la figura 7 se observa el estado de suelos según los diferentes sistemas productivos.



Figura 7. Estado de los suelos en diferentes sistemas productivos en el municipio de La Cruz. a. Lote descubierto en alta pendiente antes de la siembra, corregimiento de Tajumbina; b. Cultivo de papa en etapa de aporque susceptible a la erosión hídrica, vereda Aposento; c. Erosión eólica en cosecha de achira, vereda San Francisco; d. Efecto del raleo continuo en la pérdida de densidad de siembra y aumento de la susceptibilidad a la erosión.

Fotos: Juan Fernando López Rendón

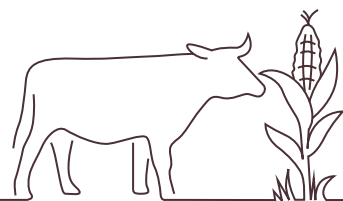


De igual manera, se identifican en la región prácticas tradicionales que se pueden configurar como sostenibles y de agricultura de conservación para estos cultivos. El sistema de cosecha y siembra en raleo para la achira disminuye la erosión del suelo y favorece el rápido establecimiento del nuevo ciclo productivo. Además, el alto aporte de residuos vegetales en la cosecha de achira cubre el suelo totalmente en las primeras etapas del cultivo. Estas prácticas de conservación de suelos, realizadas por productores del municipio de La Cruz, se pueden evidenciar en la figura 8.



Figura 8. Prácticas de conservación de suelos implementadas por productores del municipio de La Cruz. a. Cultivo de achira en alta pendiente establecido en raleo; b. Cobertura vegetal después de la cosecha.

Fotos: Juan Fernando López Rendón



Una alternativa de biomasa residual en procesos de compostaje es el bagazo obtenido en la extracción de almidón de achira, el cual es una materia prima de interés que actualmente no se está aprovechando adecuadamente en la zona.

También puede integrarse, como práctica de manejo sostenible, la formulación y aplicación de fertilizantes, según los requerimientos de los cultivos y el grado de fertilidad de los suelos, ya que se optimizan los rendimientos de las cosechas y se generan menores impactos negativos en el ambiente, como la contaminación por lixiviación. Al respecto, en un experimento con cultivo de papa, se reporta que fue menor la cantidad de nitrato en las mediciones de lixiviados a 30 y 90 cm de profundidad (Monsalve et al., 2020).

Cultivos de especies frutales

Las principales especies frutales sembradas en el municipio de La Cruz son fresa (*Fragaria vesca*) (figura 9), granadilla (*Passiflora ligularis*) (figura 10), uchuva (*Physalis peruviana*) (figura 11) y mora (*Rubus glaucus*) (figura 12). Estos sistemas productivos desempeñan un papel importante en la economía agrícola de la zona. Con el fin de garantizar el éxito en el establecimiento de los cultivos, es necesario realizar un análisis de las condiciones climáticas, topográficas, edáficas y sanitarias, y utilizar terrenos con pendientes inferiores al 25 %, situación que facilita la implementación de prácticas de conservación del suelo. Además, es importante el establecimiento de coberturas vivas que ayuden a conservar el suelo y prevenir la erosión, pero que no compitan con el cultivo (Martínez Lemus et al., 2023). Asimismo, es necesario reponer los nutrientes que los cultivos extraen del suelo en cada cosecha, por lo cual se recomienda el uso de abonos orgánicos de buena calidad (Luna Geller & Bolaños Benavides, 2007).



Figura 9. Cultivo de fresa en la zona del corregimiento de Tajumbina, municipio de La Cruz.
Foto: David Rodríguez Puertas



Figura 10. Cultivo de granadilla en la zona del corregimiento de Tajumbina, municipio de La Cruz.
Foto: David Rodríguez Puertas



Figura 11. Cultivo de uchuva en la zona del corregimiento de Tajumbina, municipio de La Cruz.
Foto: David Rodríguez Puertas



Figura 12. Cultivo de mora en la zona del corregimiento de Tajumbina, municipio de La Cruz.
Foto: David Rodríguez Puertas



Los cultivos de frutales se encuentran ubicados principalmente en la zona de influencia del corregimiento de Tajumbina, en altitudes superiores a los 2.500 m s. n. m. La topografía del 50 % de los predios establecidos con frutales se caracteriza por presentar pendiente moderada con inclinaciones entre 7 y 25 %; el 31,8 % se ubica en terrenos planos, y el 18,2 % se ubica en relieves con pendiente leve. Bajo estas condiciones es posible afirmar que la preparación mecánica es técnicamente viable. Sin embargo, considerando los cultivos allí sembrados, como la mora, la granadilla y la uchuva, la labranza se practica ahoyando en el punto específico donde se establece la planta, sin disturbar el espacio correspondiente a las calles. La labor se realiza siempre manualmente, con ahoyador y pala.

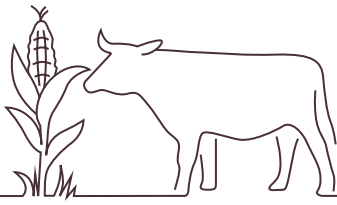
Para el caso específico del cultivo de fresa, se recomienda que el establecimiento se realice en lotes planos o ligeramente ondulados, y que implemente la elaboración de camellones (figura 13), los cuales se realizan manualmente, por lo general usando azadón. Una vez levantado el camellón, se establece el riego por goteo, necesario en este cultivo. Posteriormente, se realiza instalación de cobertura plástica para el manejo de arvenses. La cobertura previene procesos de erosión eólica e hídrica del suelo, ya que funciona como barrera entre este y el ambiente. Es importante resaltar que, cuando el agricultor decide descompactar de forma homogénea el suelo, para facilitar procesos como la elaboración de camellones o ahoyado, así como la capacidad de infiltración, lo hace principalmente mediante el uso de herramientas de labranza con tracción animal (figura 14), sistema ampliamente usado en la zona de estudio.



Figura 13. Camellones elaborados manualmente para el establecimiento de cultivo de fresa.
Foto: David Rodríguez Puertas



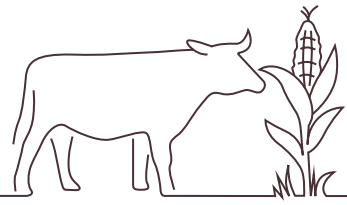
Figura 14. Yunta de bueyes usados en labranza con tracción animal.
Foto: Libia Marcela López



El manejo convencional en los sistemas de producción agrícola genera limitantes a corto, mediano y largo plazo, lo cual afecta principalmente la estructura del suelo y su contenido de materia orgánica. Con el fin de disminuir el efecto de la erosión en este tipo de terrenos, es necesario implementar prácticas que incrementen los contenidos de carbono orgánico en diferentes tamaños de agregados del suelo (sumideros de carbono), que disminuyan la emisión de carbono inorgánico (CH_4) y que, en general, contribuyan a la mitigación y adaptación frente al cambio climático y a la conservación del recurso suelo. De acuerdo con esto, las principales prácticas que se recomienda implementar se centran en:

- Trazado mediante uso de curvas a nivel.
- Incorporación de materia orgánica.
- Empleo de biofertilizantes —como las micorrizas— y biocontroladores —como *Trichoderma*—.
- Manejo integrado de arvenses y coberturas (Bolaños Benavides et al., 2020).

Mediante el análisis químico, es posible conocer el pH, el contenido de materia orgánica y la composición nutricional del suelo. Esto permitirá determinar la corrección mediante la aplicación de enmiendas calcáreas y materia orgánica, en terrenos fuertemente ácidos y con concentraciones bajas de materia orgánica. Asimismo, si existe deficiencia de fósforo, se hace necesaria la aplicación de fuentes de fósforo de lenta liberación, como la roca fosfórica, para mejorar y corregir las características del suelo, lo que favorece el estalecimiento y desarrollo del cultivo (Martínez Lemus et al., 2023). En la zona de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel es fundamental, por sus características físicas, realizar prácticas de conservación de suelos de ladera.

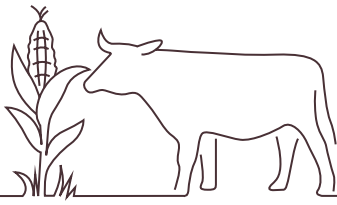


Cultivos de gramíneas y leguminosas

En la zona se desarrollan los cultivos de maíz y arveja (figura 15), ligados principalmente a la seguridad alimentaria y a la venta de excedentes. Las áreas que el productor destina para la siembra de estas especies son bajas. También se presentan impactos en el suelo, principalmente en el momento de la siembra, cuando se realiza con arado de yunta de bueyes o de manera manual en altas pendientes. Otro efecto negativo que se identifica en la zona es el tutorado para el cultivo de arveja, lo que requiere uso de madera y fibras de polipropileno, que conducen a la contaminación en el suelo por el desecho de la fibra y pueden, a largo plazo, afectar la conservación de la biodiversidad, si no se siembran las especies arbóreas de las cuales se extraen los tutores para el cultivo de arveja.



Figura 15. Cultivos en etapa de establecimiento. a. Arveja; b. Maíz.
Fotos: Juan Fernando López Rendón



Algunos productores realizan siembra directa y asociaciones de cultivos entre estas especies, lo cual disminuye los impactos negativos en el suelo. Al final del ciclo productivo de estos cultivos, los residuos vegetales favorecen el aporte de materia orgánica y la fijación de nitrógeno. En la figura 16 se observa la práctica de cultivos integrados o asociaciones de sistemas productivos como arveja, maíz, papa y olluco (olloco).

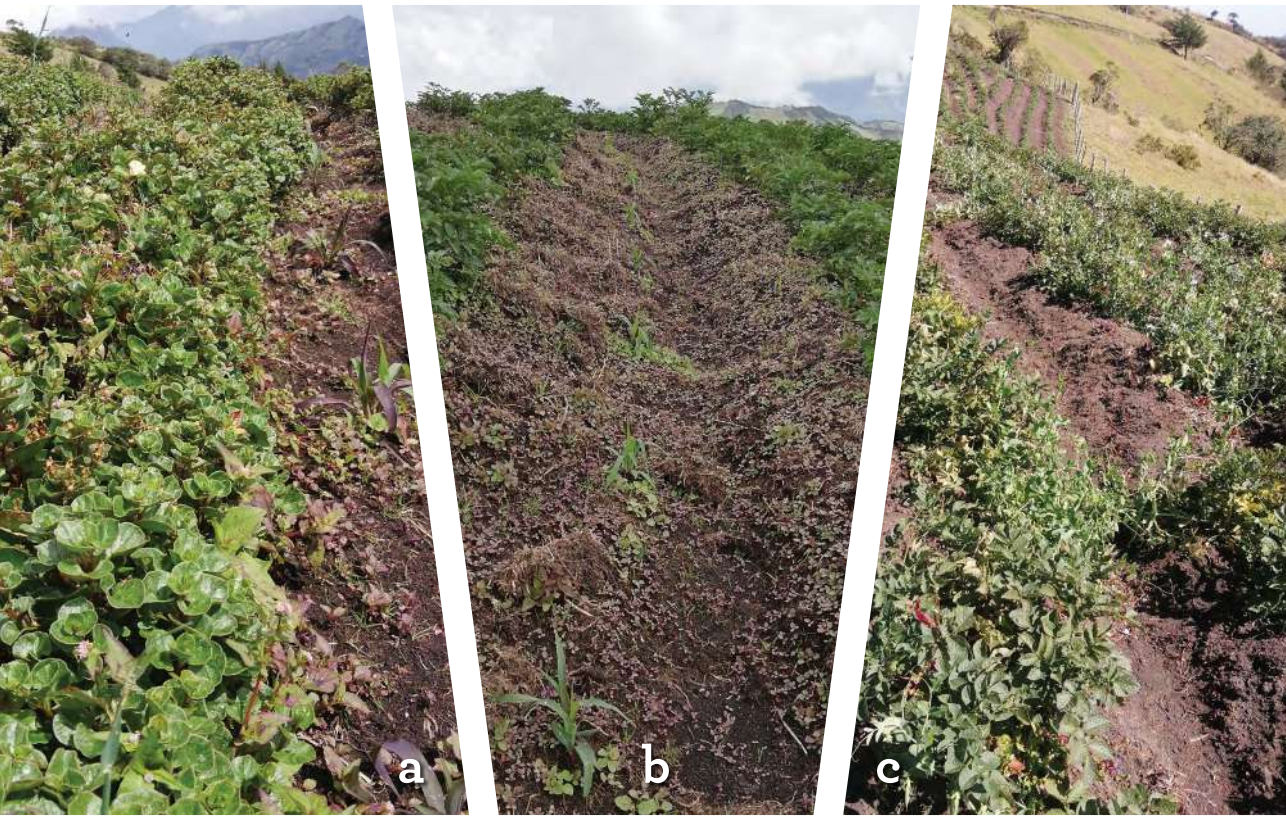
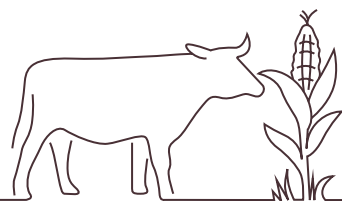


Figura 16. Asociaciones de cultivo identificadas en la zona entre tubérculos, gramíneas y leguminosas, vereda El Aposento, La Cruz, Nariño. a. Olluco-maíz; b. Papa-maíz; c. Papa-arveja.

Foto: Juan Fernando López Rendón



Las asociaciones de los cultivos que se presentan en algunos predios del municipio de La Cruz, Nariño, son una práctica de manejo sostenible del suelo, más aún si se considera que los monocultivos limitan la presencia de bacterias, hongos e insectos beneficiosos, y contribuyen a la degradación del ecosistema. Los monocultivos a gran escala también reducen la biodiversidad de los suelos, debido a la especificidad del huésped de muchas bacterias, los hongos del suelo y la fauna de mayor tamaño que atraen, lo que facilita la propagación y expresión de enfermedades (FAO et al., 2020).

Sistema pecuario

Dado que las actividades ganaderas y agrícolas son comunes en la región y presentan prácticas de manejo similares, impactan significativamente las condiciones del suelo. El 46,39 % de los productores se dedica a la ganadería (figura 17 y figura 18), mientras que los demás están involucrados en actividades agrícolas. La mayor proporción de ganaderos se encuentra en el corregimiento de La Estancia, seguido por San Rafael y Tajumbina.



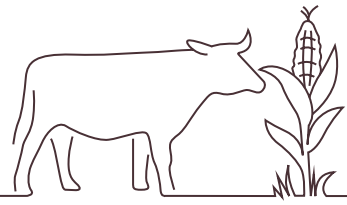
Figura 17. Sistema productivo de levante en zona de ladera, vereda La Estancia, La Cruz, Nariño.

Foto: Lina Marcela Ríos Peña



Figura 18. Sistemas ganaderos con predominancia de la raza Holstein, vereda La Estancia, La Cruz, Nariño.

Fotos: Lina Marcela Ríos Peña



La producción agropecuaria, en su conjunto, plantea una amenaza para los ecosistemas de páramo, debido a prácticas inapropiadas que afectan gravemente el suelo, como la quema de vegetación, el pastoreo continuo y el uso excesivo de agroquímicos. La ganadería, en particular, contribuye a la desaparición de la vegetación autóctona. Los sistemas ganaderos muestran una diversidad considerable, desde la producción lechera hasta la cría y ceba del ganado, con un enfoque predominante en la producción lechera y el doble propósito.

Además, se observa una distribución variada en cuanto al número de animales por unidad productiva, con presencia significativa de pequeños hatos. La raza Holstein es la predominante en la región, debido a sus características productivas y adaptabilidad local. Sin embargo, el nivel de tecnificación y la adopción de prácticas sostenibles en las actividades ganaderas son bajos, lo que podría tener consecuencias negativas en la eficiencia ambiental y en la capacidad de adaptación futura de la producción ganadera.



Sistema ganadero de leche y doble propósito representativo
del municipio de La Cruz, Nariño.
Foto: Lina Marcela Ríos



Paisaje agronómico de la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana.
Foto: David Rodríguez Puertas

Capítulo II

Estado actual de los suelos

Cultivo de achira

En la zona de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel se seleccionaron diferentes áreas destinadas a la producción de achira (*Canna indica*), con el propósito de examinar el estado de las propiedades físicas y químicas del suelo. Se tomaron muestras a una profundidad de 30 cm.

Los resultados de los análisis físicos de los suelos indican que la clase textural varía de franco-arenosa (FA) a franco-arcillo-arenosa (FArA). A los suelos de textura FA se les conoce como suelos livianos, debido a que carecen de plasticidad y son fáciles de trabajar. Generalmente, tienen excelente aireación, pues predominan en ellos las partículas de arena, que facilitan la penetración del aire. No obstante, esta característica provoca que el agua y los nutrientes, especialmente el nitrógeno, se pierdan por lixiviación con más facilidad. Dada la elevada lixiviación y volatilización de nitrógeno en estos suelos, resulta imperativo fraccionar la fertilización nitrogenada tanto como sea posible y aplicar materia orgánica.





Materia orgánica descompuesta en cultivos de achira.
Foto: David Rodríguez Puertas

Además, la gran cantidad de poros que poseen estos suelos facilita el desarrollo del sistema radical de la achira. Sin embargo, durante eventos de alta precipitación, existe el riesgo de encharcamiento o escorrentía.

Por otra parte, aquellos que presentan textura FArA se clasifican como suelos medios, los cuales poseen mayor capacidad de retención de agua y niveles medios de materia orgánica, en comparación con los suelos livianos.

En cuanto a la distribución del tamaño de los agregados (figura 19), los suelos FA presentan 49 % de agregados con diámetro mayor a 0,75 mm y 67,42 % con diámetro menor a 0,375 mm. Estas características se asocian a una baja capacidad de almacenamiento de agua, estimada en un 5,95 %. En contraste, los suelos FArA tienen mayor porcentaje en ambos casos: 69 % de los agregados tienen diámetro mayor a 0,75 mm y 87 % tienen diámetro menor a 0,375 mm.

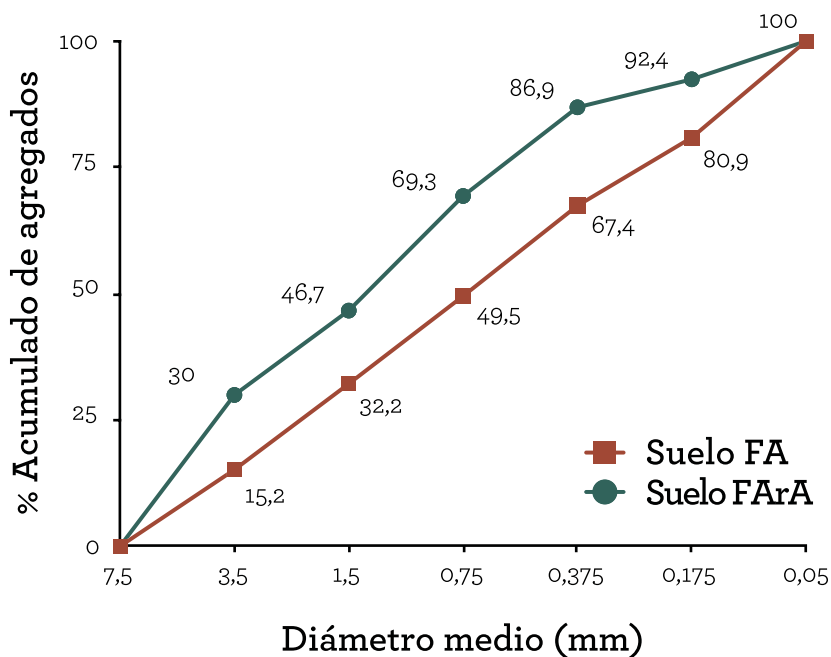
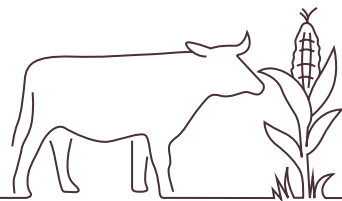


Figura 19. Distribución acumulativa de los tamaños de los agregados de los suelos destinados a la producción del cultivo de achira.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la densidad aparente, los suelos de textura FA presentan un valor medio de $1,11 \text{ g/cm}^3$, mientras que los suelos con clase textural FArA tienen un valor medio de $0,96 \text{ g/cm}^3$. Según Cortés Lombana y Malagón Castro (1984), estos no superan el valor crítico de $1,6 \text{ g/cm}^3$ correspondiente a suelos con texturas gruesas ni los $1,4 \text{ g/cm}^3$ para suelos con texturas medias. Esta condición indica que estos suelos no presentan problemas de compactación. Por otra parte, los suelos FA registran una densidad real media de $2,43 \text{ g/cm}^3$, mientras que los FArA presentan $2,38 \text{ g/cm}^3$.



Manejo de residuos de cosecha como cobertura de suelo.
Foto: Juan Fernando López

Los resultados de los análisis químicos evidencian que, en términos de acidez del suelo, el 54,17 % de las áreas presentó un pH entre fuerte y extremadamente ácido, asociado a deficiencias de calcio y magnesio. El 41,67 % presentó un pH moderadamente ácido, lo cual regula la disponibilidad de estos elementos, mientras que el 4,17 % mostró un pH ligeramente ácido, propicio para el crecimiento de estos cultivos.

En cuanto al contenido de materia orgánica del suelo, el 54,17 % de los sitios presentó contenidos bajos, mientras que el 45,83 % restante mostró niveles medios. Respecto al fósforo, el 100 % de los predios presentó niveles altos, debido al material parental. No obstante, este nutriente no está disponible para las plantas, dadas las condiciones físicas, químicas y biológicas de estos suelos. Aproximadamente, el 67 % de los predios mostró niveles medios de potasio, mientras que el 33 % restante presentó niveles altos. En el caso del azufre, el 79 % de las áreas tiene niveles bajos; un 16 %, niveles medios, y 8 %, niveles altos.

Además, al analizar los micronutrientes, se evidenció que más del 75 % de los predios tuvo niveles bajos de cobre, manganeso y zinc. En cuanto al boro, se observó que en el 79 % de los predios se tienen niveles medios, mientras que para el 100 % se presentaron niveles altos de hierro. Estos resultados se muestran en la figura 20.

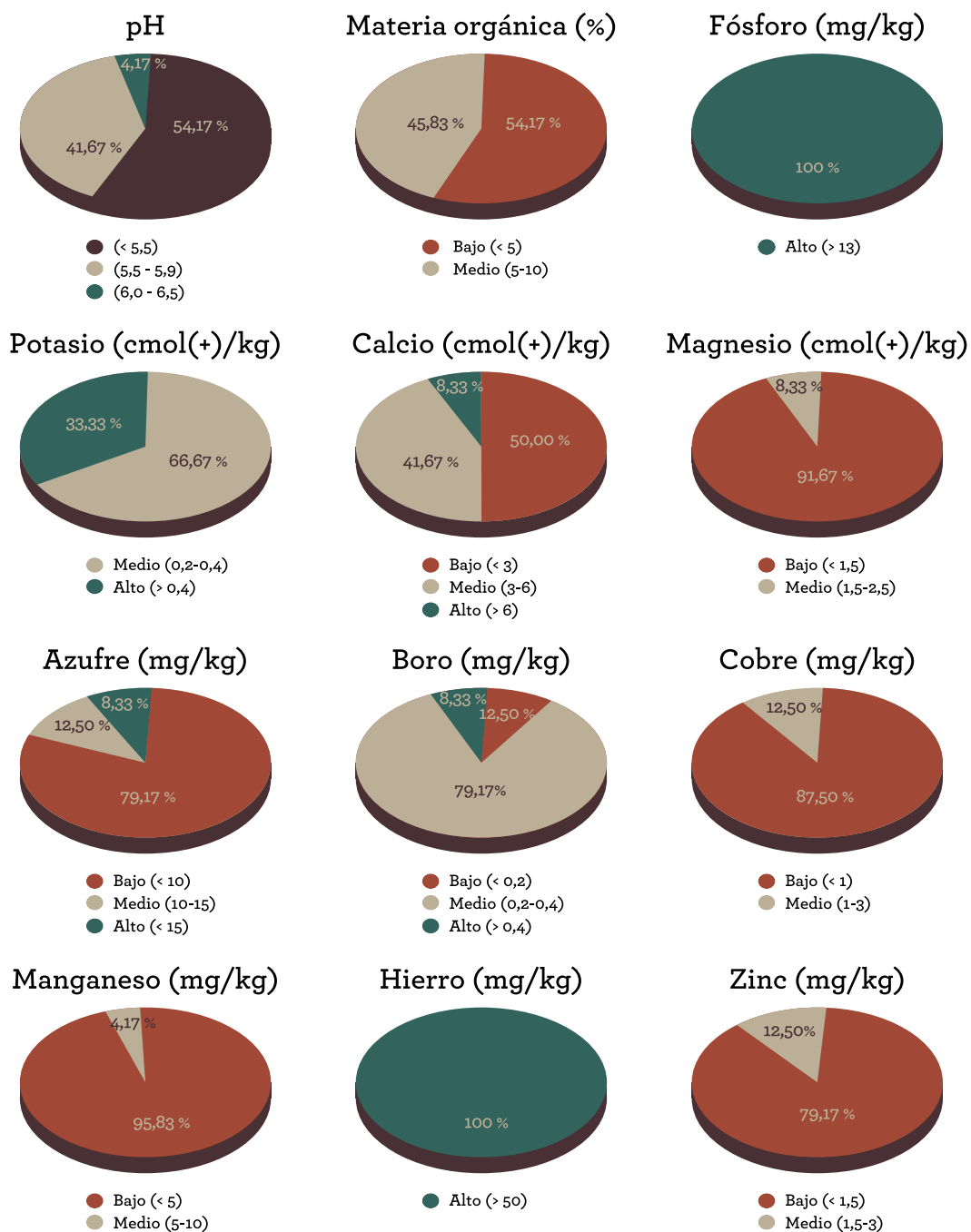
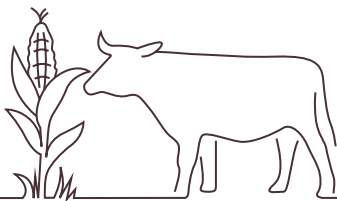


Figura 20. Resultados de los análisis químicos en suelos con cultivo de achira.
Fuente: Elaboración propia



Cultivos de especies frutales

Se seleccionaron también diferentes áreas de producción de frutales, como fresa (*Fragaria vesca*), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), mora (*Rubus glaucus*) y uchuva (*Physalis peruviana* L.), para evaluar el estado de las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Los resultados físicos indican que la clase textural es FA. Esa condición permite que estos cultivos puedan tener un mejor crecimiento y desarrollo de su sistema radicular. En la figura 21 se presenta la distribución de los tamaños de los agregados medios de los suelos. Los resultados muestran que el 68 % de los agregados presenta un diámetro superior a 0,75 mm, mientras que un 82,82 % presenta un diámetro inferior a 0,375 mm. Estas características se atribuyen a una menor capacidad de retención de agua (4,40 %), en comparación con los suelos de textura FA donde se cultiva achira.

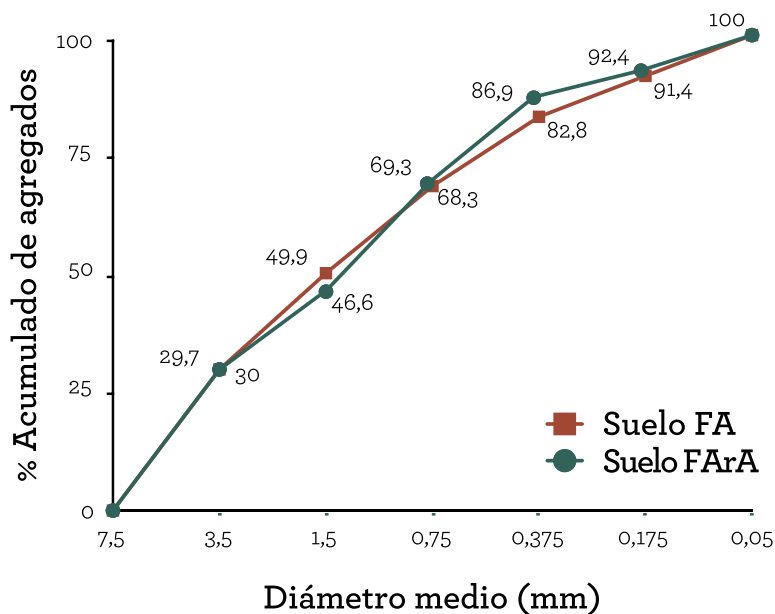
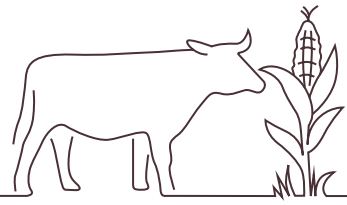


Figura 21. Distribución acumulativa de tamaños de agregados de los suelos destinados a la producción de cultivos de especies frutales.

Fuente: Elaboración propia



La densidad aparente de estos suelos registra el mismo valor que los suelos FA donde se cultiva achira. La densidad real media es de $2,36 \text{ g/cm}^3$. Este valor puede estar relacionado con la gibbsita, mineral característico de algunos suelos de origen volcánico.

En cuanto a la acidez, los resultados revelaron que en el 40 % de los sitios se presentaron suelos con pH entre fuertemente y extremadamente ácido, lo que genera deficiencias en magnesio, mientras que el 45 % de los terrenos son de pH moderadamente ácido, y el 10 % muestra un pH ligeramente ácido. Se observó que el 20 % de los sitios tiene bajos contenidos de materia orgánica, el 75 % presenta niveles medios y el 5 %, altos.

Se evidenció, además, que el 100 % de los suelos presenta niveles altos de fósforo, comportamiento similar al encontrado en los cultivos de raíces y tubérculos. En referencia al potasio, el 70 % de los predios cuenta con niveles medios y el 30 %, con niveles altos. En el caso del calcio, se evidenció que el 30 % de los sitios posee niveles bajos; el 55 %, medios, y el 15 %, altos. En cuanto al azufre, el 55 % de los terrenos tiene niveles bajos; el 10 %, medios, y el 35 %, altos.

El análisis del contenido de los micronutrientes evidenció que en el 60 % de los predios se presentan niveles bajos de cobre y manganeso. Finalmente, más del 65 % de los sitios presenta altos contenidos de hierro y zinc, y el 80 %, contenidos medios de boro. Los resultados descritos se pueden observar en la figura 22.



Etapa de siembra de cultivo de uchuva.
Foto: David Rodríguez Puertas

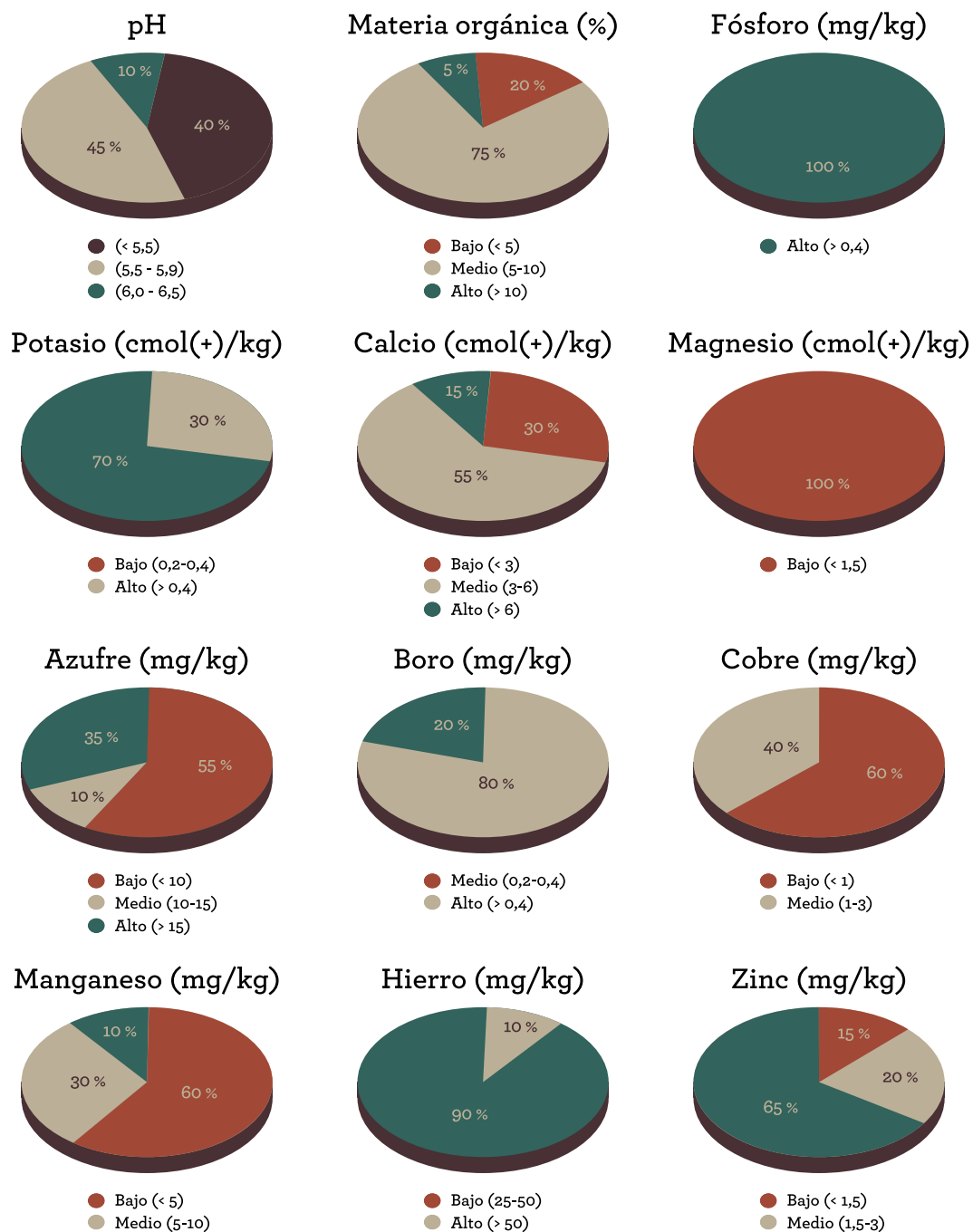
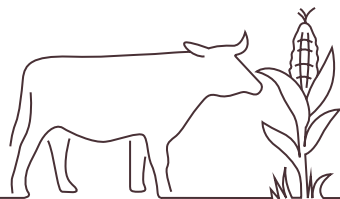


Figura 22. Resultados de los análisis químicos de suelo con cultivos de frutales de clima frío.
Fuente: Elaboración propia



Manejo de praderas, cerca eléctrica y ramoneo en sistema silvopastoril.
Foto: Diego Leonardo Cortés

Ganadería

Se seleccionaron diferentes áreas de producción de ganadería de leche y doble propósito dentro de la zona de amortiguamiento del PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel, con el objetivo de evaluar el estado de las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Los resultados físicos evidencian que estos terrenos exhiben las mismas características texturales que aquellos donde se produce achira. En la figura 23 se presenta la distribución del tamaño medio de los agregados. Los resultados muestran que los FA presentan el 77,52 % de los agregados con un diámetro mayor a 0,75 mm y el 89,06 % con un diámetro menor a 0,375 mm. Estas características propician una mayor capacidad de almacenamiento de agua (8,83 %), en comparación con los suelos donde se siembra achira. En contraste, los suelos FArA tienen menor porcentaje en ambos casos: el 75,63 % de los agregados con un diámetro mayor a 0,75mm, y el 86,89 % con un diámetro menor a 0,25 mm.

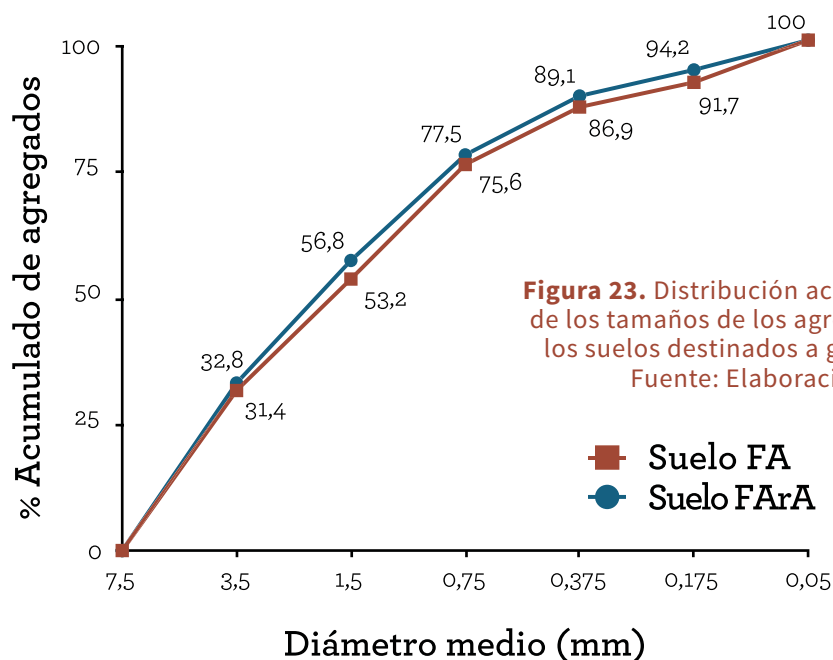


Figura 23. Distribución acumulativa de los tamaños de los agregados de los suelos destinados a ganadería.
Fuente: Elaboración propia

Los suelos FA registran un valor promedio de densidad aparente de $0,65 \text{ g/cm}^3$, mientras que aquellos con clase textural FArA muestran un valor medio de $0,84 \text{ g/cm}^3$. Ambos son inferiores a los registrados en los terrenos destinados al cultivo de achira y a diversos frutales. Este comportamiento se puede atribuir a que estos sitios presentan contenidos más altos de materia orgánica. Por otra parte, los suelos FA registran una densidad real media de $2,08 \text{ g/cm}^3$, mientras que los suelos FArA presentan $2,18 \text{ g/cm}^3$.

En cuanto a la acidez, los resultados mostraron que el 9,09 % de los predios presenta un pH entre fuertemente y extremadamente ácido, mientras que el 54,55 % tiene un pH moderadamente ácido, que regula la disponibilidad del calcio y el magnesio, el 36,36 % muestra un pH ligeramente ácido. Se observó que en el 45 % de los predios se presentan contenidos medios de materia orgánica, y que el 45,45 % tiene niveles altos. Con respecto al fósforo, se evidenció que el 31,82 % de los predios presenta niveles medios y el 54,55 %, niveles altos. También se observó que en el 40,91 % de los predios hay niveles medios de potasio, y que en el 59,09 % los niveles son altos. En el caso del azufre, el 95,45 % de las áreas tiene niveles bajos.

Adicionalmente, al analizar los micronutrientes, se apreció que más del 59 % de los sitios tiene niveles bajos de zinc y manganeso. En cuanto al cobre y el boro, se encontraron niveles medios en el 63,64 % y el 68,18 % de los sitios, respectivamente. En la figura 24 se observan los resultados antes descritos para el sistema productivo de ganadería.

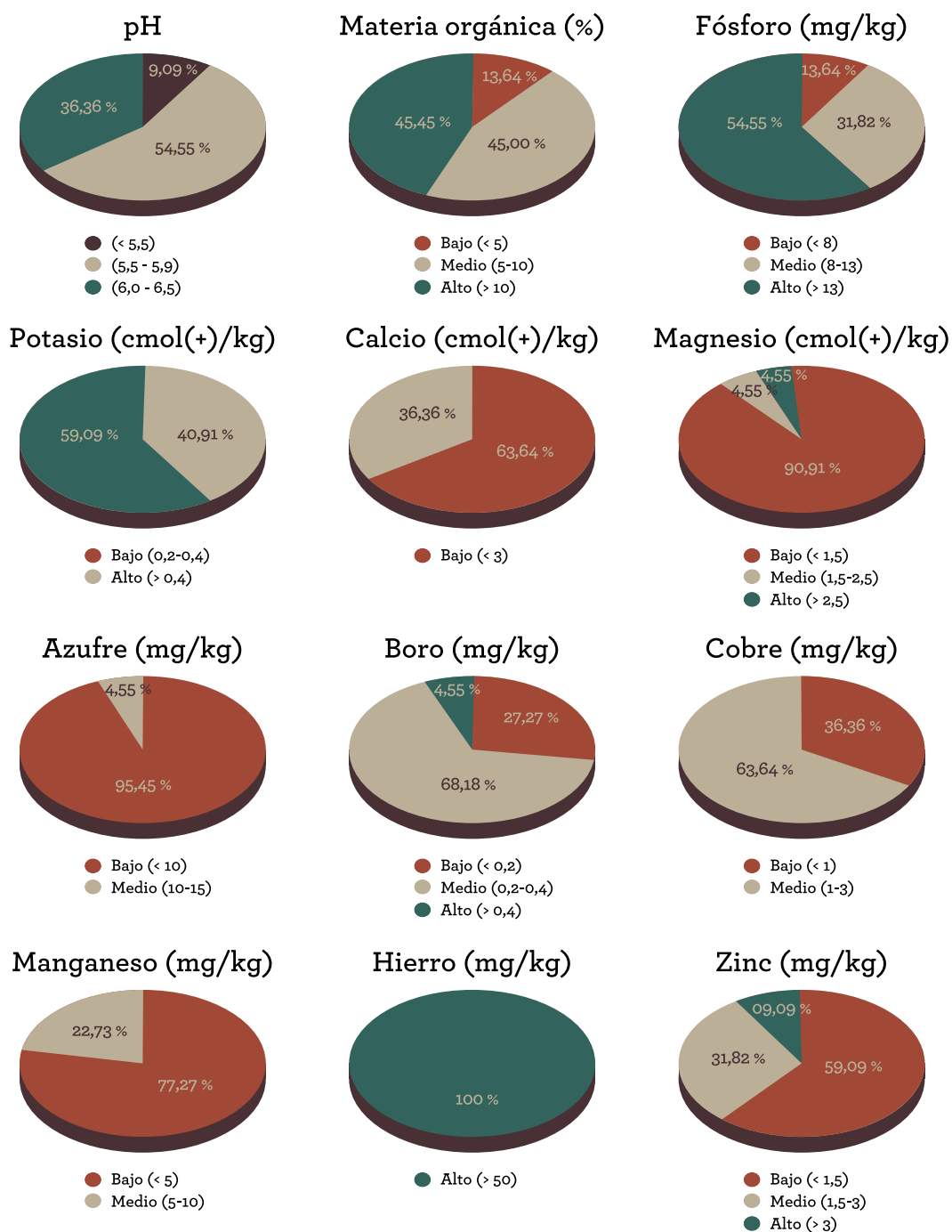


Figura 24. Resultados de los análisis químicos de suelo con ganadería.
Fuente: Elaboración propia



Asociación de cultivos transitorios en terrazas para la conservación de suelos.
Foto: Juan Fernando López Rendón

Capítulo III

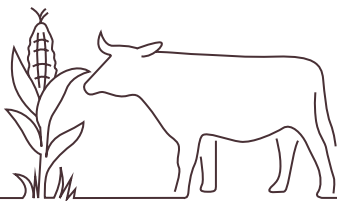
Prácticas de manejo sostenible de suelos

En el marco del desarrollo del proyecto “Diseño de un plan de reconversión productiva en la zona de amortiguamiento del Complejo de Páramos Doña Juana, departamento de Nariño, en el marco de políticas públicas nacionales”, se han adelantado diversas prácticas de conservación y manejo sostenible del suelo, en colaboración con los productores locales y con base en un conocimiento previo de los terrenos predominantes en el municipio de La Cruz. Estas prácticas buscan mejorar las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, promoviendo así una gestión más sostenible de los recursos naturales.

Descripción general de prácticas de agricultura de conservación para el manejo sostenible del suelo

Como se mencionó anteriormente, la distribución de la vocación de uso en el municipio de La Cruz corresponde en un 9 % para actividades agropecuarias y en 91 % para actividades forestales de conservación. Sin embargo, el 52 % del territorio municipal se utiliza actualmente para actividades agrícolas y ganaderas, lo que genera diversos conflictos de uso del suelo en áreas de crucial importancia para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.





La tabla 1 muestra el número de los sitios muestreados dedicados a la ganadería y la producción de achira y frutales, en relación con los diferentes usos recomendados según la vocación de uso del suelo (MADR, 2012). Se ha evidenciado que una gran proporción de los sitios muestreados, donde deberían implementarse acciones sostenibles de manejo y conservación de los recursos, está siendo utilizada para actividades productivas.

Tabla 1. Uso recomendado de los sitios muestreados en el municipio de La Cruz

Uso recomendado	Número de sitios muestreados
Agrosilvopastoril	1
Cultivos permanentes	3
Cultivos transitorios	24
Forestal de producción-protección	15
Forestal de protección	27

Fuente: Elaboración propia

Estos hallazgos resaltan la necesidad de abordar los conflictos de uso del suelo y promover prácticas de manejo más sostenibles en el municipio de La Cruz, especialmente en áreas de importancia ecológica. La figura 25 complementa esta información mostrando la localización de los sitios de muestreo y los usos recomendados en el municipio, lo que proporciona una visión más completa de la situación actual del uso del suelo y las oportunidades de mejora.

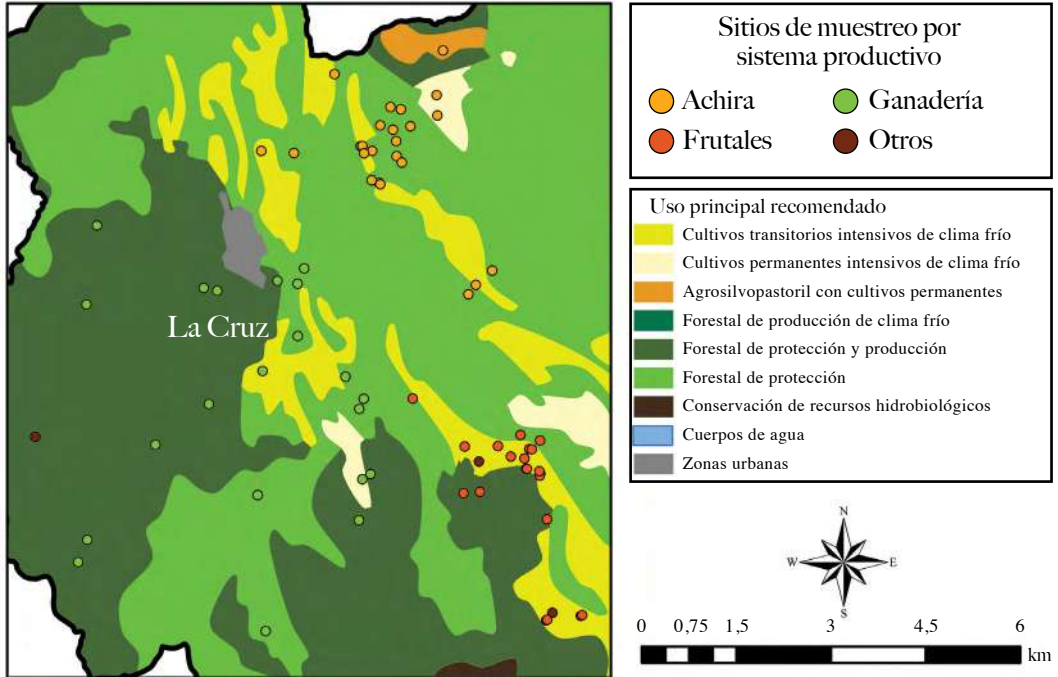
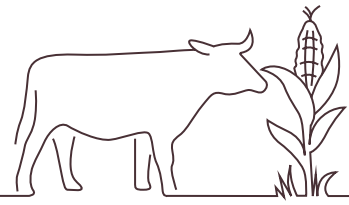
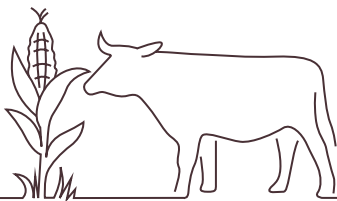


Figura 25. Mapa de localización de sitios de muestreo y usos recomendados en el municipio de La Cruz.

Fuente: Elaboración propia con base en madr (2012)

Estrategias sostenibles de sistemas agrícolas

Labranza mínima: en la zona de estudio no se utiliza labranza mecanizada, sino labranza mínima o de tracción animal. Dada la susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica o eólica, la cual se favorece por las pendientes que, en su mayoría, son superiores al 25 %, se recomienda continuar con prácticas como la siembra directa, especialmente en cultivos frutales como mora o granadilla.

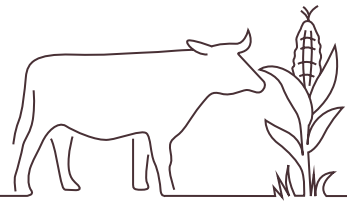


Rotación de cultivos: algunos sistemas productivos, como arveja, papa, maíz y olluco, se siembran en rotación y en asocio. No obstante, se sugiere incluir otros cultivos asociados o realizar la rotación de leguminosas como fríjol o arveja con otros sistemas productivos. Esto facilita la fijación biológica de nitrógeno y aumenta la eficiencia en el uso y manejo sostenible de estos suelos.

Policultivos: esta práctica es ideal para mejorar la biodiversidad del suelo y fomentar relaciones sinérgicas entre organismos, así como el control biológico de plagas y enfermedades. Se recomienda emplear policultivos tanto en los sistemas agrícolas como en los pecuarios, mediante la implementación de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles.

Diversificación funcional: esta estrategia se refiere a la incorporación de diferentes cultivos, prácticas y componentes en un sistema agrícola o pecuario, siendo fundamental para aumentar la resistencia a plagas y enfermedades al diversificar los cultivos. Esto mejora la salud del suelo aumentando su contenido de materia orgánica, su estructura y la biodiversidad microbiana; promueve la conservación del recurso hídrico; contribuye al fomento de la biodiversidad mejorando la polinización, el control biológico de plagas y la salud general del ecosistema, y aumenta la resiliencia ante el cambio climático, ya que los sistemas diversificados son más adaptables a las condiciones climáticas (Jardón Barbolla, 2018).

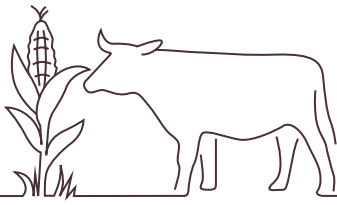
Acolchado: esta es una práctica que se realiza en el cultivo de fresa. Es recomendable ya que protege el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia; mejora la retención de humedad al colocar una capa de material, generalmente plástico, sobre el suelo, alrededor de las plantas, y reduce la evaporación del agua. El acolchado favorece el control de arvenses, pues evita que las malas hierbas crezcan alrededor de las plantas; también evita que los frutos entren en contacto directo con el suelo húmedo, lo que reduce el riesgo de pudrición y enfermedades, y ayuda a mantener una temperatura más estable en el suelo, lo que es beneficioso para el sistema radicular y evita la pérdida de suelo por erosión (Torres-Bojorques et al., 2017).



Abonos verdes: cultivos como la arveja o el frijol pueden ser incorporados a modo de abonos verdes, lo que enriquece el suelo con materia orgánica y nutrientes.

Coberturas permanentes: esta práctica se realiza en sistemas productivos como achira o algunos frutales. Su implementación se recomienda para las calles de los cultivos, ya que actúa como una capa protectora sobre el suelo, evitando la erosión causada por el viento y la lluvia. Las raíces de las coberturas penetran en el suelo, aflojándolo y rompiendo las capas compactadas. Esto mejora la porosidad y la infiltración del agua, lo que permite que las raíces de los cultivos principales crezcan más profundamente. Las coberturas capturan nutrientes del suelo y los almacenan en su biomasa (reciclaje de nutrientes). Al cubrir el suelo, las coberturas compiten con las malas hierbas y reducen su crecimiento, mientras la biomasa de las coberturas se descompone y agrega materia orgánica. Esto mejora la retención de agua y la salud general del terreno (Meneses Buitrago & Bolaños, 2021; Sanabria Quispe et al., 2021). Entre las especies de arvenses o vegetación acompañante que pueden emplearse como cobertura permanente se encuentran las siguientes: tréboles (*Trifolium* sp.), vicia (*Vicia atropurpurea*), avena (*Avena sativa* L.) y cobertura muerta o *mulch*.

Barreras y cercas vivas: esta práctica de conservación previene la pérdida de suelos por erosión hídrica, especialmente en terrenos con pendientes mayores al 25 % de inclinación. Las barreras y cercas vivas se utilizan principalmente para marcar los límites de las parcelas y áreas de pastoreo, proporcionando una referencia visual clara para los agricultores y ganaderos. Algunas especies de plantas utilizadas como barreras vivas pueden servir también como fuente de alimento para el ganado. Esto contribuye a la seguridad alimentaria del animal y reduce la presión sobre los potreros. Algunas barreras vivas incluyen árboles y arbustos que pueden proporcionar madera, frutos u otros productos útiles, y que disminuyen la velocidad del viento, lo que beneficia tanto a los cultivos como al ganado. Algunas plantas de las barreras vivas tienen propiedades medicinales o se utilizan para otros fines —como la artesanía—, ayudan a retener la humedad del suelo y pueden enriquecerlo con materia orgánica y nutrientes (Morantes-Tolozá & Renjifo, 2018).

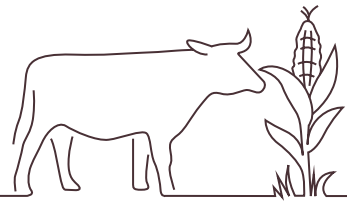


Al momento de establecer barreras rompevientos, se deben tener en cuenta algunas características, como son:

- *Elección de especies nativas*: están adaptadas a las condiciones climáticas y del suelo de la región, lo que permite un mejor desarrollo ante condiciones como heladas, escasez de agua, vientos fuertes y enfermedades de la zona. También permiten el desarrollo de flora y fauna, menores requerimientos de mantenimiento, mejora paisajística y evitan la invasión de especies exóticas (Cortez Egremy et al., 2017).
- *Distancia de siembra*: esta varía entre especies, por ejemplo, aquellas de tipo arbustivo de menor tamaño pueden tener una distancia de 0,5 a 2 m. Especies de porte alto o dosel abundante, como las nativas, pueden variar su distancia entre 4 y 20 m, lo que permite el paso de la luz y el desarrollo de diferentes tipos de pastos debajo de ellas (Escobar Pachajoa et al., 2022).

Con base en el conocimiento de las especies arbóreas y arbustivas de la zona, según los productores y profesionales, las especies a establecer en una barrera rompevientos, con varios estratos tanto para agricultura como ganadería, son:

- *Árboles de porte alto*: aliso (*Alnus glutinosa*), laurel de cera (*Morella pubescens*), capulí o cerezo negro (*Prunus serotina* Kunth), siete cueros (*Tibouchina mollis* Bonpl.), mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz) y encenillo (*Weinmannia pubescens*).
- *Árboles-arbustos de porte medio a bajo*: colla negra (*Smallanthus pyramidalis*), colla blanca (*Verbesina arborea*), sauco (*Sambucus nigra*) tilo (*Sambucus peruviana*), guarango (*Mimosa quitensis*), chilca (*Baccharis latifolia*), lechero o pillo (*Euphorbia laurifolia*) mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz), pelotillo (*Viburnum triphyllum*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*).



Estrategias sostenibles de sistemas pecuarios

Pastoreo rotativo: la rotación de potreros es una práctica empleada por los productores con el fin de dejar descansar algunos terrenos del ingreso de animales y evitar su compactación por el excesivo pisoteo del ganado. Además, favorece el crecimiento y la calidad de los forrajes para la alimentación animal. También contribuye a disminuir algunas plagas por efecto del pisoteo y mejora los indicadores productivos y los rendimientos en el animal. En la figura 26 se muestra la rotación de potreros en la zona de estudio.



Figura 26. Práctica de rotación de potreros en un sistema silvopastoril, municipio de La Cruz.

Foto: Diego Leonardo Cortés Delgadillo



Recuperación o renovación de praderas para manejar el suelo: la recuperación y la renovación de praderas son estrategias esenciales para mejorar la productividad y la calidad del forraje en los sistemas ganaderos. Estas prácticas buscan revitalizar las áreas de pastoreo que han experimentado degradación debido al uso continuo y a otros factores. Entre las ventajas de su implementación está que permiten recuperar el vigor de las especies forrajeras, lo que aumenta la producción de biomasa y mejora la calidad del forraje. Las praderas recuperadas o renovadas deben mantener su productividad a lo largo del tiempo. Al aplicar estas estrategias, se busca que las características positivas (como la cobertura, el vigor y la calidad) sean estables y persistentes. Una vez mejorada, una pradera requiere un manejo adecuado para evitar futuras degradaciones. Esto implica ajustar las prácticas según el nivel de deterioro y aplicar estrategias que mantengan la salud y la productividad del suelo. La recuperación o renovación de praderas evita la necesidad de establecer pastizales completamente nuevos, lo cual reduce los costos asociados a la siembra y al establecimiento de nuevas especies. Así, al mantener y mejorar las praderas existentes, se reduce la presión sobre áreas naturales y se promueve la conservación del suelo y la biodiversidad (Lerma-Lasso et al., 2020).

Asocio gramíneas-leguminosas: esta asociación favorece la calidad nutricional del forraje y promueve el aumento del consumo de materia seca (CMS) por parte del animal. Esto mejora el valor nutricional de la dieta del animal, la producción de leche, el rendimiento de materia seca por hectárea, la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo por parte de las leguminosas, y reduce asimismo el uso de fertilizantes sintéticos (Castro Rincón et al., 2022).

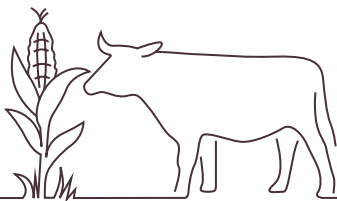


Implementación de cercas eléctricas y siembra de pasturas y árboles en un sistema silvopastoril.

Foto: Diego Leonardo Cortés Delgadillo

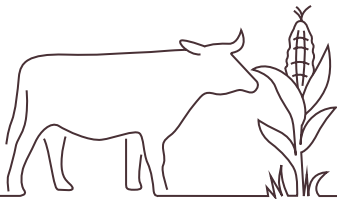
Cálculo de la carga animal: es importante para maximizar el consumo de forraje por parte de los animales, lo que evita el sobrepastoreo y promueve prácticas rotacionales. De esta manera se establece una carga animal adecuada, con el fin de disminuir el desperdicio de forrajes. De allí la importancia del tipo de pastoreo para garantizar la ingesta adecuada de forraje por parte del animal. Para bovinos, se recomienda la implementación de pastoreo rotacional en franjas, por día y con cerca eléctrica (Cardona Iglesias et al., 2022).

Aprovechamiento de la fertilización residual y análisis de suelos: son estrategias para optimizar el manejo de los recursos y mejorar la productividad de los sistemas pecuarios. El aprovechamiento de la fertilización residual se basa en la utilización de nutrientes que quedan en el suelo después de un cultivo previo. Esto permite maximizar la eficiencia de los nutrientes y reducir la necesidad de aplicar fertilizantes externos. El análisis de suelos, por su parte, proporciona información precisa sobre la disponibilidad de nutrientes, pH y otras propiedades, lo que guía las decisiones de fertilización. Para un balance nutricional apropiado, el análisis de suelos ayuda a determinar qué nutrientes están presentes en cantidades adecuadas y cuáles pueden ser deficientes. Esto permite ajustar la fertilización para corregir desequilibrios y garantizar un suministro óptimo de nutrientes para las plantas. Finalmente, al aprovechar los nutrientes residuales y aplicar fertilizantes de manera precisa, se reduce la lixiviación de nutrientes hacia las aguas subterráneas y se minimiza el impacto ambiental. Además, se evita la sobreexplotación de recursos naturales (Álvarez-Sánchez et al., 2020).



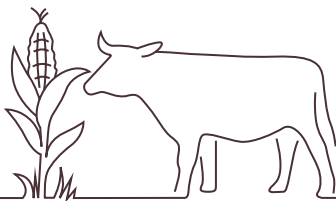
Sistema de ramoneo con botón de oro.
Foto: Diego Leonardo Cortés Delgadillo

Diseño de sistemas silvopastoriles: integran árboles, pastos y animales en un sistema productivo sostenible, de modo que aprovechan los beneficios ambientales y económicos de la agroforestería. Asimismo, combinan la producción ganadera con la conservación de los recursos naturales, lo que mejora la calidad del suelo y diversifica los ingresos. Entre sus beneficios se cuenta que, al integrar árboles, pastos y cultivos en una misma área, se logra un uso más eficiente del suelo y se reduce la erosión. Además, se mejora el bienestar animal al proporcionar sombra y alimento natural. Diferentes estudios demuestran que los sistemas silvopastoriles contribuyen a la conservación de la biodiversidad y aumentan la resiliencia de las fincas ante condiciones climáticas extremas. Además, capturan carbono, conservan la biodiversidad, regulan el agua, previenen la erosión y la compactación del suelo, mejoran su productividad, así como la de los animales y de las fincas. Algunos ejemplos de sistemas silvopastoriles son las cercas vivas, los bancos forrajeros, los árboles dispersos en potreros, el pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales, las cortinas rompevientos y el sistema silvopastoril intensivo (De la Peña-Domene et al., 2022).



Para concretar el plan de manejo sostenible de suelos, se presenta la información en fichas que plantean recomendaciones específicas de manejo por sistemas productivos, integrando prácticas que promuevan la conservación del suelo y la sostenibilidad de las actividades agropecuarias en la zona.

Nombre	Achira
Cultivos	Achira
Descripción de cultivos	El cultivo de achira se realiza principalmente en áreas marginales y minifundios, siendo crucial para las economías campesinas, por la generación de empleo rural durante las épocas de cosecha (Caicedo Díaz et al., 2003). En 2022, Nariño fue el principal productor nacional, con 1.961 ha sembradas, lo que representa el 71,62 % del total, una producción de 22.608 toneladas y un rendimiento de 3 a 4 t de almidón por hectárea. La Cruz es el municipio con mayor producción, con 1.750 ha sembradas (Agronet, 2022). El principal propósito de la producción es la extracción de almidón para la elaboración del bizcocho de achira (Lobo-Arias et al., 2017).
Problemática de las prácticas de manejo en la conservación del suelo	• Pérdida de suelo en el momento de la siembra y la cosecha, aunque se destaca su aporte de biomasa vegetal en el momento de la cosecha • Alta incidencia y severidad de problemas fitosanitarios, como el <i>Fusarium</i> sp., que causa pérdida de planta, lo que deja el suelo expuesto a la radiación solar y a la precipitación. • Pérdida del trazado de cultivo y de distancias de siembra, debido al sistema de raleo —que no obstante contribuye a la conservación del suelo—, lo que deja sectores del lote con baja densidad de plantas y con mayor susceptibilidad a la erosión. • Pérdida de biomasa —debido al tratamiento de la achira en plantas de procesamiento— que no se devuelve al suelo en un marco de economía circular.



Zonificación y épocas de siembra del cultivo

Para obtener mayor rendimiento y uso eficiente del suelo, la época óptima de siembra del cultivo de achira es entre agosto y septiembre, con el fin de contar con la suficiente disponibilidad de agua lluvia durante el desarrollo vegetativo y para que el periodo de cosecha coincida con la época seca, de manera que se favorezca la concentración de almidón en los rizomas.

Cuando el establecimiento se realiza en lotes planos, como en los sectores de Tajumbina, La Estancia, La Cañada o Escandoy, se puede realizar un mayor laboreo del suelo y renovación de cepas, teniendo en cuenta la selección de rizomas sanos y utilizando tracción animal, siembra y cosecha en raleo por dos o tres ciclos de cultivo.

En lotes con pendientes pronunciadas, como en San Francisco, San Antonio, Campo Alegre y Buena Vista, se debe priorizar el sistema de cosecha y siembra en raleo, conservando el trazado del cultivo, y desinfectar las cepas después de la cosecha con la aplicación de fungicidas en *drench*.

Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo

Preparación de suelo y siembra

- Utilizar labranza de tracción animal o manual en pendientes pronunciadas.
- Realizar cosecha y siembra en raleo.
- Seleccionar y desinfectar la semilla.
- Sembrar en curvas de nivel (figura 27) y en tres bolillos, en lotes con pendientes pronunciadas.
- Utilizar distancias de siembra de 1 x 0,8 m en promedio, estableciendo entre 12.000 a 15.000 plantas por hectárea.
- Fertilizar a los 2 y 4 meses posteriores a la siembra, a razón de 100 a 150 kg/ha de nitrógeno, 150 a 300 kg/ha de óxido de fósforo y entre 50 a 100 kg/ha de óxido de potasio.
- Suplementar elementos deficientes, como calcio, azufre y magnesio, mediante el uso de fuentes como cal dolomita y yeso agrícola, en suelos sin problemas de acidez, así como sulfato de magnesio y adición de elementos menores.



Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo

Cosecha

Para mantener el trazado del cultivo, es importante que, durante la cosecha en raleo, se seleccione el mejor colino en cuanto a sanidad, vigor y ubicación.

Manejo de biomasa residual

Durante la cosecha, el cultivo de achira genera una considerable cantidad de biomasa vegetal, que, tras su descomposición, actúa como cobertura del suelo y aporta nutrientes y agua. Es crucial distribuir esta biomasa de manera uniforme en el lote (figura 30) y descubrir los rizomas recién sembrados para facilitar su emergencia.

Además, la planta de procesamiento de achira produce una gran cantidad de bagazo y agua residual que pueden ser devueltos al suelo mediante compostaje, lo que contribuye a mejorar las propiedades tanto químicas como físicas del suelo.

Uso eficiente del agua

El cultivo de achira es reportado como tolerante a las condiciones de sequía, inclusive requiere dos meses de tiempo seco antes de la cosecha, para mejorar la concentración de almidón. Sin embargo, se requiere adición de riego cuando se presenta sequía durante los primeros cuatro meses del cultivo.

Manejo integrado de arvenses

Se debe realizar control de arvenses hasta los cuatro o cinco meses, cuando el cultivo cierra calles. Esto requiere entre dos y tres momentos, según la distancia de siembra y el clima.

Asociación y rotación de cultivos

- Sembrar un surco de maíz en cada dos o tres surcos de achira (figura 28 y figura 29), teniendo precaución con el cogollero (*Spodoptera* sp.).
- Asociar con arveja o fríjol en el inicio del ciclo productivo.
- Plantear sistemas agroforestales con especies nativas, maderables o con propósito de alimentación animal, y con leña en franjas, como barreras vivas o árboles dispersos.
- Rotar con cultivos de leguminosas, frutales u hortalizas.





Figura 27. Trazado en curvas de nivel.
Foto: Diego Leonardo Cortés Delgadillo



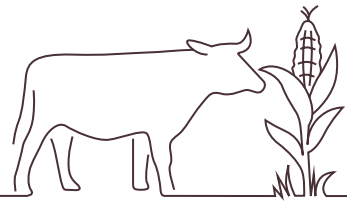
Figura 28. Asocio de achira-maíz-café.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Figura 29. Sistema de asocio maíz-achira.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Figura 30. Distribución de biomasa residual como cobertura de suelo.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Nombre	Cultivos transitorios
Cultivos	Papa, ulluco, maíz, arveja, etcétera
Descripción de cultivos	Se desarrollan en la zona en asociación o relevo de cultivos de pastos y frutales, y contribuyen a la seguridad alimentaria, a la alimentación animal y a la generación de ingresos.
Problemática de las prácticas de manejo en la conservación del suelo	• Bajo rendimiento. • Alta incidencia de plagas y enfermedades. • Significativas pérdidas de suelo por erosión en las etapas de siembra, aporques y cosecha, principalmente en el cultivo de papa. • Erosión por siembra en surcos a favor de la pendiente.
Zonificación y épocas de siembra del cultivo	Preferiblemente, establecer los cultivos de papa en terrenos planos a ondulados, en la zona del corregimiento de Tajumbina y La Estancia.

Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo	Asociación y rotación de cultivos	• Establecer rotaciones entre gramíneas (maíz), leguminosas (arveja) y tubérculos (papa, ulluco). • Asociar cultivos de maíz tipo milpa ajustados para la zona con leguminosas como fríjol, y raíces y tubérculos andinos (figura 31). • Realizar sistemas de siembra en wachado en rotación de pastos y papa (figura 32).
	Manejo integrado de arvenses	• Realizar selección de arvenses nobles, utilizando controles dirigidos y selector de arvenses. • Seleccionar arvenses nobles y leguminosas que favorezcan la fijación de nitrógeno en el suelo.
	Manejo de biomasa residual	En la rotación de cultivos se debe aprovechar el aporte de biomasa del maíz para cobertura vegetal muerta y como sustrato para establecer siembras directas de leguminosas.
	Cosecha	Aprovechar el suelo disturbado después de la cosecha de tubérculos para realizar siembras de granos.

Figura 31. Sistema de asocio maíz-tubérculos andinos.
Foto: Juan Fernando López Rendón



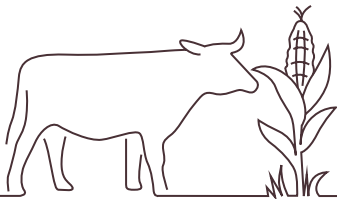
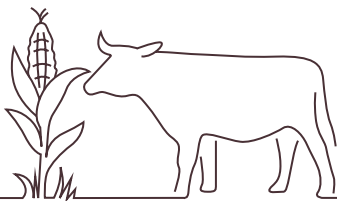


Figura 32. Preparación de suelo con wachado.
Foto: Juan Fernando López Rendón

Nombre	Ganadería
Cultivos	Praderas, pastos de corte, bancos de proteína, silvopastoreo
Descripción de cultivos	La alimentación ganadera se basa en gramíneas y leguminosas, cuyo desarrollo depende de las condiciones agroclimáticas. Es crucial manejar el pastoreo para garantizar la durabilidad y la calidad de las especies (Navas Panadero et al., 2020). Las pasturas son el principal alimento para los bovinos, pues proporcionan nutrientes esenciales para la producción de leche y carne. Una mezcla adecuada de gramíneas y leguminosas mejora la cobertura del suelo, el uso del agua y el ciclaje de nutrientes; asimismo, reduce la erosión y aumenta la biodiversidad del suelo, así como el balance de la dieta animal (University of Florida/Institute of Food and Agricultural Sciences [UF/IFAS Extension], s. f.). Los sistemas silvopastoriles integran árboles, arbustos, pasturas y animales (figura 33 y figura 34), lo que mejora la producción de forraje y la diversidad de fauna y flora (Escobar Pachajoa et al., 2022).



Problemática de las prácticas de manejo en la conservación del suelo

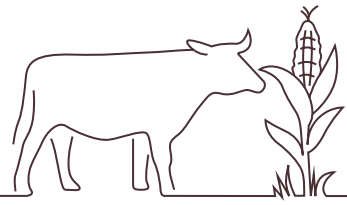
La producción ganadera extensiva en áreas estratégicas ha permitido la expansión de la frontera agrícola para la producción de forrajes. Sin embargo, la presencia de bovinos en estas áreas promueve la deforestación, debido al consumo y la destrucción de árboles y arbustos nativos, lo que genera, además, la compactación y erosión de los suelos (efecto pata de vaca). El manejo inadecuado de los sistemas de pastoreo, como el pastoreo continuo y el sobrepastoreo, deteriora las pasturas. La ausencia de planes para esta práctica, la falta de introducción de especies alternativas, el uso inadecuado del recurso hídrico y la falta de cultivos estratégicos para épocas de escasez de forrajes resultan en una baja productividad ganadera y aumentan el uso de suelos que deberían destinarse a la conservación. Además, en estas zonas es común la falta de análisis de suelos, lo que lleva a la aplicación de fertilizantes innecesarios o en cantidades incorrectas, lo cual impacta negativamente la producción, tanto ambiental como económicamente. El menor uso de abonos orgánicos y biopreparados también reduce la productividad y el cuidado ambiental en la producción ganadera.

Zonificación y épocas de siembra del cultivo

El establecimiento de pasturas para el consumo directo de los animales debe realizarse en terrenos planos o con pendientes moderadas. Esta actividad está extendida en el municipio de La Cruz, pero es necesario implementar estrategias de sostenibilidad para reducir su impacto en las áreas próximas a la zona de páramo. Se recomienda realizar estas prácticas fuera de la zona de amortiguamiento, especialmente en veredas como El Placer, La Estancia y Tajumbina. En las veredas dentro del área de amortiguamiento, como Escandoy, La Palma, El Aposento, Loma Larga y Alto de Ledezma, se sugiere adoptar prácticas de ganadería sostenible.

El establecimiento y el manejo de nuevas pasturas deben comenzar con un análisis de suelos, a fin de conocer sus características y seleccionar las pasturas adecuadas. Especies como el *ryegrass* y los tréboles deben sembrarse en épocas con suficiente disponibilidad de agua, en altitudes de 2.400 a 3.200 m s. n. m. y en suelos con un pH entre 5 y 7. El primer corte debe realizarse a los 90 días de su establecimiento y los pastoreos subsecuentes, cada 28 a 35 días.





Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo

Preparación de suelo y siembra

- Hacer análisis de suelos antes de la siembra o de la renovación de una pradera, con el fin de aplicar la dosis de enmiendas y fertilizantes necesaria, si los resultados lo recomiendan.
- Realizar la renovación de pradera mediante el rayado del lote con tracción animal y en contra de la pendiente, con distancias entre líneas de 50 a 100 cm y una profundidad de 30 cm. Esta práctica permite romper los estolones de kikuyo, descompactar el suelo y hacer intersembrar de nuevas semillas de pastos mejorados.
- Seleccionar semillas certificadas y de calidad. Estos pastos deben ser adaptados a las condiciones agroclimáticas adecuadas, como una altitud mayor a 2.400 m s. n. m. y pH entre 5 y 7.
- Hacer pruebas de pregerminación de semillas, que deben arrojar resultados superiores al 85 %. Esta práctica evita pérdidas económicas por inversión en semillas y preparación del suelo para nuevas resiembras.
- En cuanto a densidad, sembrar el kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) por estolón de fácil propagación, entre 0,5 a 1,5 kg/100 m². Con *ryegrass* (*Lolium* sp.), en razón de 75 a 100 l/ha, y con tréboles como único forraje, en razón de 30 a 35 l/ha y en mezcla 3 a 10 l/ha.
- En cuanto a pastos de corte. **King Grass:** sembrar de 1 a 1,5 toneladas de material vegetal por hectárea en surcos de 45 a 60 cm. **Maralfalfa:** sembrar 7 a 8 yemas por metro lineal. **Avena forrajera Altoandina:** sembrar 80kg/ha. **Pasto brasilero:** sembrar 4.000 cepas o macollas separadas 50 cm y en surcos de 50 cm, o sembrar 3 tallos en distancia de 70 a 80 cm.
- Todas las semillas de pastos deben ser cubiertas con tierra para evitar pérdidas por lluvias fuertes y permitir el inicio de la germinación.
- En sistemas silvopastoriles, hacer un hueco de dos veces el tamaño del árbol en bolsa, hacer corrección de suelos, aplicar abono orgánico y cubrir con tierra.
- Con respecto a densidad de siembra, dependiendo de la especie: para árboles de porte alto, implementar distancias entre 4 y 20 m; para arbustos, distancias entre 0,5 y 1,5 m. La distribución dependerá del diseño: barrera rompeviento, banco de proteína, sistema de ramoneo o sistemas para conservación de agua.

Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo

Asociación y rotación de cultivos

- Integrar gramíneas y leguminosas en proporción 70 % gramíneas como kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), saboya —o falsa poa— (*Holcus lanatus*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*) o ryegrass (*Lolium* sp.) y 30 % leguminosas como trébol rojo (*Trifolium pratense*) o trébol blanco (*Trifolium repens*) (figura 35).
- Establecer el cultivo con subsoladores biológicos, como remolacha forrajera (*Beta vulgaris*), rábano forrajero (*Raphanus landra* Moretti), achicoria (*Cichorium intybus*) o llantén (*Plantago major* L.).
- Aprovechar la fertilización residual: siembra de papa o maíz y, posteriormente, siembra de semillas de pastos.

Manejo integrado de arvenses

Dependiendo del nivel de infestación, lo ideal es hacer control manual, erradicando las malezas al finalizar cada pastoreo y evitar así la propagación. También se puede hacer control de tipo mecánico con guadaña.

Uso eficiente del agua

En praderas, se recomienda implementar sistemas de riego por aspersión, considerando las condiciones agroclimáticas de la zona. Asimismo, realizar este proceso con el acompañamiento de un ingeniero agrícola o técnico especializado en sistemas de riego, para determinar la lámina de agua a aplicar, los tiempos y la frecuencia de riego.

En los bebederos para ganado, usar llaves de paso, bebederos automatizados o reguladores de paso, para evitar el desperdicio de agua y, por tanto, impedir la erosión del suelo.

Manejo de biomasa residual

Manejo de excretas: distribuir zonas en las que haya mayor aglomeración hacia zonas donde se encuentre menor aglomeración, de manera que las excretas se extiendan uniformemente en todo el potrero. Esto permite mejor distribución de la materia orgánica en el lote y una disminución de los sitios hospederos para la garrapata.

Residuos vegetales: los residuos de podas de árboles, de arbustos del sistema silvopastoril o de pastos madurados pueden ser utilizados para la alimentación de los animales o para la preparación de abonos orgánicos. Estos se pueden aglomerar en montones y, una vez mezclados con el estiércol (figura 36), iniciar disminución de partícula y volteos para asegurar la descomposición del material. Esta labor permite eliminar enfermedades y brindar al suelo un insumo de excelente calidad.

Determinar la carga animal es crucial para establecer el número adecuado de animales en un lote, lo cual evita el sobrepastoreo y permite la recuperación del suelo. Una vaca de 500 kg debe consumir el 12 % de su peso en forrajes, es decir, 60 kg de pasto verde. Sumando un 30 % de desperdicio por heces, orina y pisoteo, cada animal requiere 78 kg de pasto diario.

El método del aforo de praderas permite calcular el forraje disponible en un lote. Se usa un marco de 1 m², se lanza al azar en diferentes áreas (pasturas altas, medias y bajas), se corta y se pesa el forraje, se promedian los resultados y se multiplica por 10.000 (m/ha). Esto arroja la cantidad de forraje por hectárea, que se divide por los días de pastoreo (35-40 días para pasto kikuyo). Conociendo la disponibilidad diaria de forraje, se puede determinar el número de animales que pueden pastar en el lote diariamente (Cardona Iglesias et al., 2022).



Figura 34. Sistema silvopastoril.
Foto: Diego Leonardo Cortés Delgadillo

Figura 33. Sistema silvopastoril.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Figura 35. Pasturas en asociación.
Foto: Lina Marcela Ríos Peña

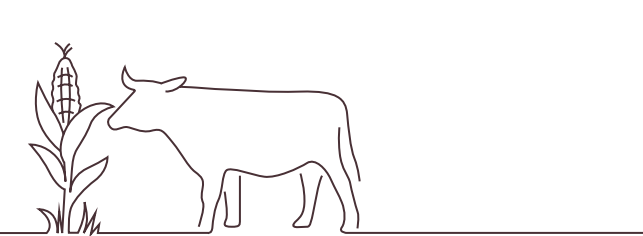


Figura 36. Incorporación de excretas en preparación de abonos orgánicos.
Foto: David Rodríguez Puertas



Nombre

Frutales

Cultivos

Granadilla, gulupa, uchuva y mora

Descripción
de cultivos

Los cultivos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y gulupa (*Passiflora edulis* Sims) pertenecen a la familia de las pasifloras; son plantas perennes, semileñosas, del tipo enredadera, con un sistema radical superficial, el cual penetra hasta 45 cm de profundidad; requieren suelos de textura liviana, franco-arenosa a franco-arcillosa, y se adaptan a cualquier grado de pendiente y el pH del suelo debe estar entre 6,5 y 7,5 (Ocampo Pérez et al., 2012).

La uchuva (*Physalis peruviana*) es una planta típica de la zona Andina. La temperatura óptima para su cultivo está en el rango de los 13 a los 18 °C. El exceso de humedad en el ambiente y en el suelo generan el rajado del fruto, principal problema fisiológico que presenta. La precipitación requerida oscila entre 1.000 y 2.000 mm/año, con humedad relativa entre 70 y 80 %. El suelo debe tener una textura de franco-arenosa a franco-arcillosa, estructura granular, contenido de materia orgánica superior al 3 % y pH entre 5,5 y 6,5 (Núñez Zarantes et al., 2023).

La mora (*Rubus glaucus*) es un cultivo de clima frío. La altitud óptima es de 1.800 a 2.500 m s. n. m., la temperatura óptima está en el rango de 14 a 18 °C y la humedad relativa, entre 70 y 80 %. La humedad relativa por encima del 80 % favorece la incidencia de enfermedades. La precipitación óptima está entre 1.500 y 2.500 mm/año. La textura para un crecimiento adecuado debe ser franco-arenosa a franco-arcillosa, para que no se genere encharcamiento, con altos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio, y un pH de 5,2 a 5,7 (Franco & Bernal, 2020).



Preparación de suelo y siembra

- Contar con análisis de suelo para decidir correctamente sobre la aplicación de enmiendas orgánicas y calcáreas para corregir el pH.
- Sembrar en camellones si el lote tiene antecedentes de encharcamiento (figura 37 y figura 38).
- Hacer manualmente o con ahoyadora mecánica, si el lote no presenta antecedentes de encharcamiento, huecos de 30 x 30 cm.
- Si hay problemas de acidez, encalar el hoyo 15 días antes de la siembra, aplicar entre 0,5 y 1 kg de materia orgánica + 0,5 kg de roca fosfórica o Fosforita Huila, para favorecer el desarrollo del sistema radical del cultivo.

Los cultivos se establecen principalmente en lotes planos, con pendiente entre leve y moderada, principalmente en el corregimiento de Tajumbina, vereda El Placer. Por el carácter perenne de los frutales en mención, se recomienda la siembra en épocas lluviosas, con humedad relativa entre 70 y 80 %, nubosidad media a alta y temperaturas entre 14 y 18 °C, para favorecer el establecimiento de los cultivos, reducir la pérdida de plantas por condiciones ambientales adversas y estimular el crecimiento vegetativo durante las primeras etapas.

- Ausencia de coberturas vegetales, debido al alto uso de herbicidas para limpieza de calles, situación que favorece la pérdida de suelo, debido a erosión eólica e hídrica, que se incrementa con el aumento de la pendiente.
- Ausencia de cultivos intercalados con los cultivos de frutales, sobre todo durante la etapa vegetativa. Esta situación disminuye la incorporación de materia orgánica al suelo, generada por los residuos del cultivo intercalado.
- Nutrición de los frutales realizada principalmente a través del uso de fertilizantes de síntesis química, sin el apoyo de análisis químico de suelo, lo que reduce la actividad microbiana.
- Gallinaza como abono orgánico principalmente usado en los frutales. Es una fuente importante de nutrientes que, sin embargo, generalmente se aplica fresca. Esto la convierte en la vía de diseminación de problemas sanitarios del suelo, como nematodos, hongos y bacterias.



Recomendaciones técnicas para el manejo sostenible del suelo

Asociación y rotación de cultivos

Se recomienda la asociación de cultivos (figura 39), especialmente durante la etapa vegetativa del cultivo principal, ya que las distancias de siembra sugeridas manejan como mínimo un espacio entre calles de 2 m, suficiente para la siembra de diferentes cultivos de ciclo corto, dentro de los que se recomienda la siembra de leguminosas arbustivas —como fríjol y arveja—, cilantro y hortalizas —como lechuga, repollo, coliflor, entre otras—, además de leguminosas forrajeras para la alimentación de especies menores, como el cuy. Esto aumenta los ingresos económicos y suple las necesidades alimenticias de las familias de los agricultores, además de cubrir el suelo, lo cual mitiga problemas de erosión y de aporte de materia orgánica a través de los residuos vegetales de los cultivos en asocio.

Manejo integrado de arvenses

Se recomienda el manejo de arvenses en las calles de forma mecánica, bien sea con azadón o con guadaña. El material vegetal resultante se puede disponer en el plato de la planta, para establecer un *mulch*, lo que reduce el crecimiento de arvenses que puedan competir con el cultivo, disminuye la evaporación del agua del plato y, además, aporta materia orgánica.

Se aconseja también realizar el plateo con azadón, de forma superficial, evitando herir las raíces del cultivo y favoreciendo la entrada de patógenos limitantes, como es el caso de *Fusarium* sp.

Se recomienda evitar el uso de herbicidas de síntesis química.

Uso eficiente del agua

Durante las épocas de menor precipitación, se sugiere instalar un sistema de riego por goteo, para favorecer el uso eficiente del recurso hídrico, aportando dosis adecuadas de agua. Se recomienda el uso de tensiómetros agrícolas con el fin de determinar el momento exacto para realizar el riego y la cantidad de líquido a aplicar.

Se recomienda análisis físico y de retención de humedad, para ser más eficientes en el manejo suplementario de agua en los cultivos.

Manejo de biomasa residual

Cuando se presente biomasa residual, producto de las podas, se recomienda retirar del lote este residuo y hacer compostaje, con el fin de reducir la producción de inóculo de enfermedades de interés durante el proceso de descomposición, además de obtener compostaje totalmente inocuo, libre de plagas y enfermedades de interés, que sirva para mejorar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

Cosecha

Se recomienda recoger la fruta caída y disponer la fruta enferma y no apta para ser comercializada fuera del lote de cultivo, a fin de evitar la presencia de inóculo de enfermedades.

La cosecha no es una labor limitante que deteriore la calidad del suelo.

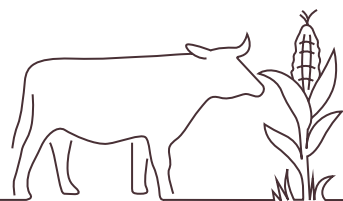
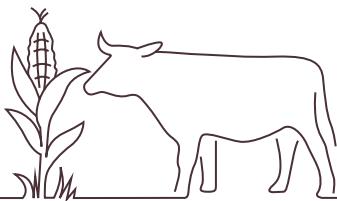


Figura 38. Camellones en cultivo de fresa.
Foto: David Rodríguez Puertas

Figura 37. Camellones en cultivo de uchuva.
Foto: David Rodríguez Puertas

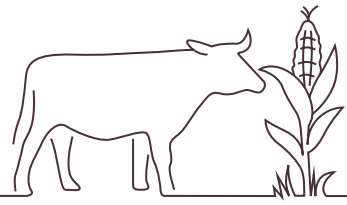


Figura 39. Sistema de asocio
achira-granadilla.
Foto: David Rodríguez Puertas



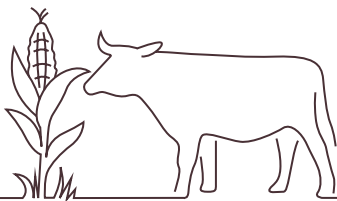
Referencias

- Agronet. (2022). *Reporte: área, producción, rendimiento y participación municipal en el departamento por cultivo*. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=4>
- Álvarez-Sánchez, M. E., Maldonado-Torres, R., Nájera-Rosas, C., & Cristóbal-Acevedo, D. (2020). Manejo agroecológico para la restauración de la calidad del suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 741-752. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2462>
- Bolaños Benavides, M. M., Cardona, W. A., García Muñoz, M. C., Zapata Narváez, Y. A., Beltrán Acosta, C. R., Vásquez Romero, R. E., Martínez Lemus, E. P., Hio, J. C., Ortega Flórez, N. C., Peña Holguín, A. C., Bautista Montealegre, L. G., & López Melo, D. A. (2020). *Mora (Rubus glaucus Benth.): manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. AGROSAVIA. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36825>
- Caicedo Díaz, G. E., Rozo Wilches, L. S., & Rengifo Benítez, G. (2003). *La achira: alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina*. Corpoica. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13024>
- Cardona Iglesias, J. L., Castro Rincón, E., Avellaneda, Y., Valenzuela Chirán, M., Ríos Peña, L. M., & Rodríguez Monroy, T. (2022). *Alimentación estratégica en sistemas ganaderos del trópico alto colombiano*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405491>
- Castro Rincón, E., Cardona Iglesias, J. L., Meneses Buitrago, D. H., Morales Montero, S. P., Zapata Molina, J. J., Portillo López, P. A., & Hernández Oviedo, F. (2022). *Características, manejo y uso de gramíneas y leguminosas en sistemas de producción bovina del trópico alto colombiano*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405514>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [Conpes]. (2008). Documento Conpes Social 113, "Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional". <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/Conpes%20113%20de%202008.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [Conpes]. (2018). Documento Conpes 3934, "Política de crecimiento verde". <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Cortés Lombana, A., & Malagón Castro, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Cortez Egremy, J. G., Uribe Gómez, M., Cruz León, A., Lara Bueno, A., & Romo Lozano, J. L. (2017). Árboles nativos para el diseño de tecnologías silvopastoriles en la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16, 3371-3380. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.402>
- De la Peña-Domene, M., Ayestarán-Hernández, L. M., Márquez-Torres, J. F., Martínez-Monroy, F., Rivas-Alonso, E., Carrasco-Carballido, P. V., Pérez-Cruz, M. N., Chang Landa, F. A., & Martínez-Garza, C. (2022). Sistemas silvopastoriles enriquecidos: una propuesta para integrar la conservación en la producción ganadera en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México. *Acta Botanica Mexicana*, 129, e1925 <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1925>
- Escobar Pachajoa, L. D., Guatusmal Gelpud, C., Moreno Vargas, D. C., & Castro Rincón, E. (2022). *Sistemas silvopastoriles: alternativa sostenible para las fincas del trópico andino*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405729>



- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], Intergovernmental Technical Panel on Soils [ITPS], Global Soil Biodiversity Initiative [GSBI], & European Commission [EC]. (2020). *State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1928en>
- Franco, G., & Bernal, J. A. (Comps.) (2020). *Tecnología para el cultivo de la mora* (Rubus Glaucus Benth.). AGROSAVIA. <https://doi.org/https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403251>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2021). *Mapa de coberturas de la tierra Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.000, periodo 2018*. <http://bart.ideam.gov.co/cneideam/Capasgeo/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2024). *Normal climatológica 1981-2010*. <http://bart.ideam.gov.co/cneideam/Capasgeo/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2004). Descripción de los suelos. En *Estudio General de suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Nariño* (pp. 57-169).
- Jardón Barbolla, L. (2018). La agroecología como conocimiento necesario para transformar la mutua determinación sociedad-naturaleza. *Inter Disciplina*, 6(14), 7-28. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63395>
- Lerma-Lasso, J. L., Chañag-Miramag, H. A., Meneses-Buitrago, D. H., Ojeda-Jurado, H., Ruiz-Eraso, H., & Castro-Rincón, E. (2020). Evaluación de métodos de renovación de praderas en el trópico alto de Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 43(2), 120-128. http://scielo.sld.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-03942020000200120&lang=es
- Ley 1931 de 2018. “Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”. Congreso de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1931-2018.pdf>
- Lobo-Arias, M., Medina-Cano, C. I., Grisales-Arias, J. D., Yepes-Agudelo, A. F., & Álvarez-Guzmán, J. A. (2017). Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira, *Canna edulis* Ker Gawl. (Cannaceae). *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 47-73. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:558
- Luna Geller, L. A., & Bolaños Benavides, M. M. (2007). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad*. Corpoica. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2167>
- Martínez Lemus, E. P., Martínez Camelo, F. E., Rojas Zambrano, E. D., Rodríguez Puertas, D., & Hio, J. C. (2023). Capítulo 2. Recomendaciones de establecimiento del cultivo. En *Avances de investigación en nutrición, manejo y control de enfermedades en el cultivo de uchuva* (pp. 43-57). AGROSAVIA. <https://doi.org/https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406979>
- Meneses Buitrago, D. H., & Bolaños, M. M. (2021). *Crecimiento verde y agricultura climáticamente inteligente en el cultivo de cacao*. AGROSAVIA. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/243/224/1492-1>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). *Estudio de los Conflictos del uso del territorio Colombiano*. IGAC. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12723>

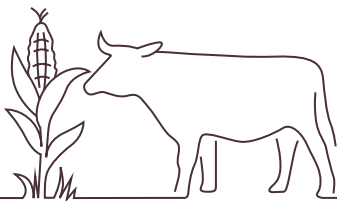




- Monsalve, O. I., Espitia, E. M., & Bolaños-Benavides, M. M. (2020). Split fertilization as a strategy to reduce the amount of fertilizer applied in potato crops from Colombia. Case of study. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 240-248. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.10523>
- Morantes-Tolosa, J. L., & Renjifo, L. M. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 739-753. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33405>
- Navas Panadero, A., Aragón Henao, L. F., & Triana Valenzuela, J. F. (2020). Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en trópico alto. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(41), 71-82. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss41.7>
- Núñez Zarantes, V. M., García Arias, F. L., Mayorga Cubillos, F. G., Sánchez Betancourt, É. P., & Martínez Lemus, É. P. (2023). Capítulo 1. El cultivo de la uchuva en Colombia. Generalidades y recursos genéticos. En *Avances de investigación en nutrición, manejo y control de enfermedades en el cultivo de uchuva* (pp. 19-42). AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406979>
- Ocampo Pérez, J., Melo Ortiz, D., Rendón Gutiérrez, J. S., Arias Suárez, J. C., & Marín Giraldo, V. M. (2012). Capítulo 2. Aspectos fisiológicos de la gulupa. En J. Ocampo & K. Wyckhuys (Eds.), *Tecnología para el cultivo de la gulupa en Colombia* (*Passiflora edulis f. edulis Sims*) (pp. 13-15). Universidad Jorge Tadeo Lozano. https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_52_tecnologia_para_el_cultivo_de_la_gulupa.pdf
- Sanabria Quispe, S., Mendoza Dávalos, K., Sangay-Tucto, S., & Cosme de la Cruz, R. C. (2021). Use of cover crops for sustainable soil management associated with corn (*Zea mays* L.) cultivation. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 329-336. <https://doi.org/10.17268/SCIAGROPECU.2021.036>
- Torres-Bojorques, A. I., Morales-Maza, A., Núñez-Ramírez, F., & Cervantes-Díaz, L. (2017). Utilización de acolchado plástico y aplicación de hierro foliar en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en malla sombra infectado con virus. *Acta Universitaria*, 27(5), 3-10. <https://doi.org/10.15174/AU.2017.1333>
- University of Florida/Institute of Food and Agricultural Sciences [UF/IFAS Extension]. (s. f). *Servicios ecológicos proporcionados por asociación de gramíneas y leguminosas*. Café Latino. <https://extadmin.ifas.ufl.edu/media/extadminifasufledu/teams-and-programs/cafe-latino/documents--resources/Servicios-Ecol%C3%83%C2%B3gicos-Proporcionados-por-Asociaci%C3%83%C2%B3n-de-Gram%C3%83%C2%ADneas-y-Leguminosas.pdf>
- Volverás-Mambuscay, B., Merchancano-Rosero, J. D., López-Rendón, J. F., & Campo-Quesada, J. M. (2021). Soil loss in the wachado old system in the upper tropics of Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 120-136. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.39284>



Rotación pasto-cultivos.
Foto: Juan Fernando López Rendón



Los autores

Diego Leonardo Cortés Delgadillo

Investigador Máster - C. I. Obonuco - AGROSAVIA

dlcortes@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0972-6719>

Ingeniero agrícola y magíster en Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en la coordinación de equipos de producción de cartografía temática y proyectos de levantamiento de suelos, análisis de capacidad agrológica, zonificación de tierras y evaluación de variables agroclimáticas. Es investigador máster en AGROSAVIA, desde donde se involucra en procesos de fortalecimiento de capacidades de agricultores campesinos y jóvenes rurales, así como en iniciativas de transición agroecológica que promueven prácticas agrícolas sostenibles y amigables con el medio ambiente.

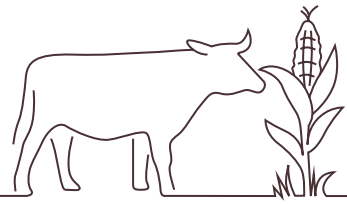
Martha Marina Bolaños Benavides

Investigador PhD Sénior - C. I. Tibaitatá - Sede Central - AGROSAVIA

mmbolanos@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/000-0003-4593-5523>

Bióloga con MSc y PhD en Manejo y Conservación de Suelos. Experta en colecta, propagación y evaluación de micorrizas arbusculares en diversos cultivos, así como en el manejo eficiente de la fertilización integrada y sus efectos, en suelos y en la productividad de cultivos como plátano, mora, maracuyá, guayaba y otros. Investiga y transfiere tecnología sobre interacciones rizosféricas y producción agroecológica, con énfasis en la adaptación y mitigación del cambio climático. Actualmente, es Jefe del Departamento de Producción Intensiva Sostenible en AGROSAVIA, donde contribuye en las políticas nacionales sobre agroecología, seguridad alimentaria y gestión sostenible del suelo.



Diego Hernán Meneses Buitrago

Investigador Máster Asociado - C. I. Obonuco - AGROSAVIA

dmeneses@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3033-3079>

Ingeniero agropecuario y MsC en Ciencias Agrarias con énfasis en Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria. Tiene ocho años de experiencia en las áreas de manejo de suelos, aguas y cambio climático en sistemas productivos como ganadería, pastos y forrajes, cacao y limón, así como en formulación de proyectos y reconversión productiva. Su trabajo se ha concentrado en el desarrollo de estrategias para mejorar la resiliencia de los diferentes sistemas productivos a través del enfoque de agricultura climáticamente inteligente.

Juan Fernando López Rendón

Profesional de Apoyo a la Investigación - C. I. El Nus - AGROSAVIA

jflopezr@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7035-1880>

Ingeniero agropecuario y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología de Cultivos Tropicales. Tiene experiencia en investigación y generación de tecnologías para la producción agroecológica de hortalizas, tubérculos y frutales. Ha trabajado en el fortalecimiento de capacidades de pequeños productores para la adaptación y mitigación del cambio climático, promoviendo sistemas integrados de producción agropecuaria, uso eficiente del agua, biodiversidad y agricultura climáticamente inteligente. Además, cuenta con habilidades en asistencia técnica y análisis de información en diversas zonas agropecuarias de Colombia, incluyendo la costa Caribe, el noroccidente y el sur del país.

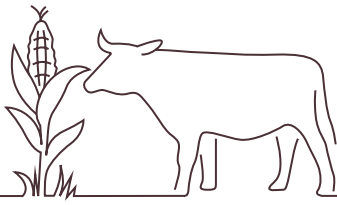
David Rodríguez Puertas

Profesional de Apoyo a la Investigación - C. I. Obonuco - AGROSAVIA

dpuertas@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7161-3013>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá con estudios de Maestría en Ciencias Agrarias, línea de investigación Protección de Cultivos de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Tiene experiencia en cultivos de clima frío, especialmente uchuva y papa, en las líneas de investigación en producción y protección de cultivos, además de evaluación de germoplasma. Ha trabajado con comunidades rurales, procesos de educación comunitaria y transferencia de tecnologías con agricultores y asistentes técnicos.



Lina Marcela Ríos Peña

Profesional de Apoyo a la Investigación - C. I. Obonuco - AGROSAVIA

lmriosp@agrosavia.co

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

Zootecnista de la Universidad Industrial de Santander. El énfasis de sus investigaciones es la alimentación estratégica en sistemas ganaderos del trópico alto con el uso de especies forrajeras mejoradas, la suplementación estratégica y el uso de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero que permitan mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos ganaderos. Tiene experiencia en ejecución y formulación de proyectos de ciencia, tecnología e innovación del sector pecuario y extensión agropecuaria.

Jose Libardo Lerma Lasso

Profesional de Apoyo a la Investigación - C. I. Obonuco - AGROSAVIA

jlerma@agrosavia.co

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

Ingeniero agrícola y candidato a magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en manejo de suelos y aguas, especialmente en el cultivo de cacao y pastos, así como en cambio climático. Posee habilidades en *software* estadístico, análisis de datos, formulación de proyectos y diseño de experimentos. Actualmente, trabaja en la determinación de la huella hídrica de especies forrajeras y en nuevos métodos de renovación de praderas para sistemas ganaderos de trópico alto. Además, desarrolla un modelo productivo de cacao bajo en cadmio en La Cordillera nariñense y maneja la fertilización integrada para la producción de cacao en la región del Catatumbo.

El “Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel” busca optimizar el uso y manejo de los suelos en áreas estratégicas del municipio de La Cruz, Nariño, Colombia. Este plan se desarrolla en el marco de políticas públicas nacionales y en colaboración con productores locales, abordando tanto prácticas productivas sostenibles como de conservación. El documento destaca la importancia de las condiciones edafoclimáticas de la región e identifica los principales cultivos y actividades agropecuarias que impactan el suelo. Se detallan prácticas tradicionales en cultivos de raíces y tubérculos, frutales, gramíneas, leguminosas y ganadería, que influyen significativamente en la calidad del suelo. El plan incluye una evaluación del estado actual de los suelos, donde se identifican conflictos de uso y la necesidad de implementar prácticas de manejo sostenible. Se proponen estrategias de agricultura de conservación, que incluyen la labranza mínima y sistemas agrosilvopastoriles, para mejorar las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, a fin de promover una gestión más sostenible de los recursos naturales. Este proyecto contó con el apoyo de la Unión Europea (UE), la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), así como del programa DRET II, que busca fortalecer la capacidad técnica y humana en la región para fomentar el desarrollo rural sostenible y la protección de la biodiversidad en áreas de importancia ecológica.

