

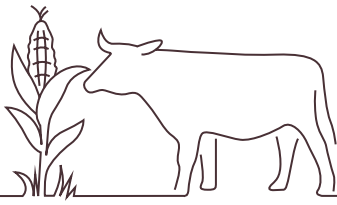
Prácticas de manejo sostenible de suelos

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.

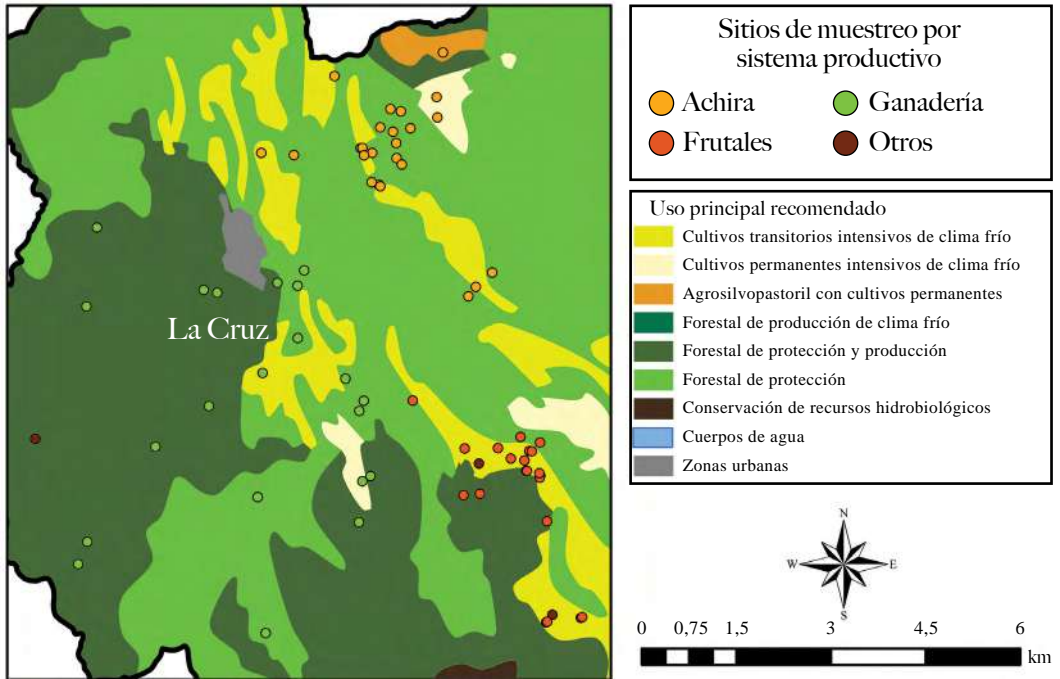
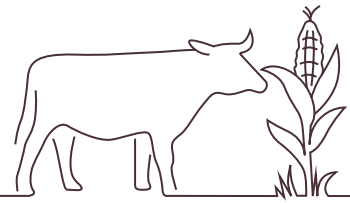
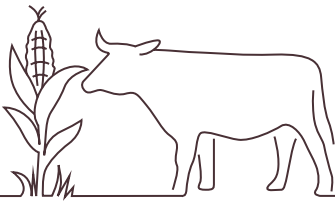


Figura 25. Mapa de localización de sitios de muestreo y usos recomendados en el municipio de La Cruz.

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.

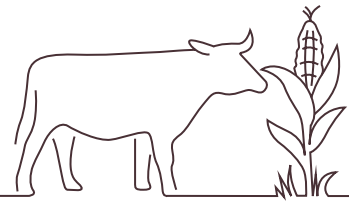


Rotación de cultivos: algunos sistemas productivos, como arveja, papa, maíz y olluco, se siembran en rotación y en asocio. No obstante, se sugiere incluir otros cultivos asociados o realizar la rotación de leguminosas como fríjol o arveja con otros sistemas productivos. Esto facilita la fijación biológica 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).

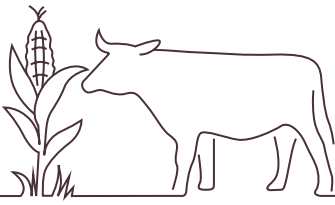
Acolchado: esta es una práctica que se realiza en el cultivo de fresa. Es recomendable ya que protege el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia; mejora la retención de humedad al colocar una capa de material, generalmente plástico, sobre el suelo, alrededor de las plantas, y reduce la evaporación 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).

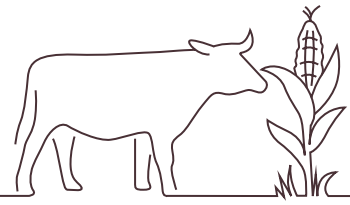


Al momento de establecer barreras rompevientos, se deben tener en cuenta algunas características, como son:

- *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).

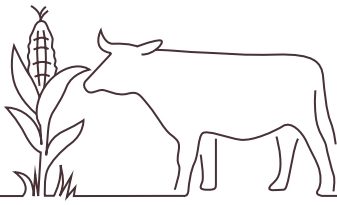
Asocio gramíneas-leguminosas: esta asociación favorece la calidad nutricional del forraje y promueve el aumento del consumo de materia seca (CMS) por parte del animal. Esto mejora el valor nutricional de la dieta del animal, la producción de leche, el rendimiento de materia seca por hectárea, la fijación 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).

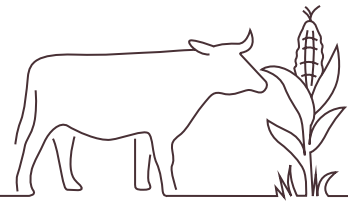
Aprovechamiento de la fertilización residual y análisis de suelos: son estrategias para optimizar el manejo de los recursos y mejorar la productividad de los sistemas pecuarios. El aprovechamiento de la fertilización residual se basa en la utilización de nutrientes que quedan en el suelo después de un 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

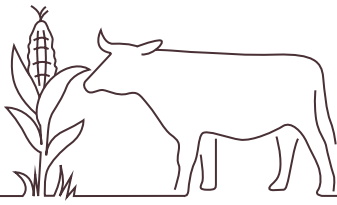
Diseño de sistemas silvopastoriles: integran árboles, pastos y animales en un sistema productivo sostenible, de modo que aprovechan los beneficios ambientales y económicos de la agroforestería. Asimismo, combinan la producción ganadera con la conservación de los recursos naturales, lo que mejora la calidad 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	<p>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).</p>
Problemática de las prácticas de manejo en la conservación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • 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 frijol 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



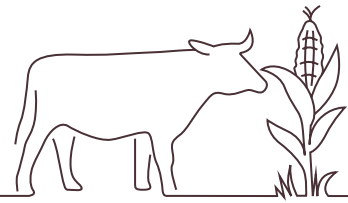
Figura 28. Asocio de achira-maíz-café.
Foto: Juan Fernando López Rendón



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	<ul style="list-style-type: none">• 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



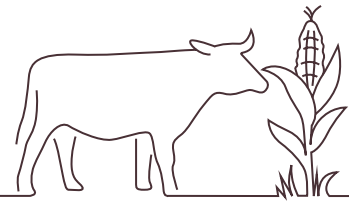


Figura 32. Preparación de suelo con wachado.

Foto: Juan Fernando López Rendón

Nombre

Ganadería

Cultivos

Praderas, pastos de corte, bancos de proteína, silvopastoreo

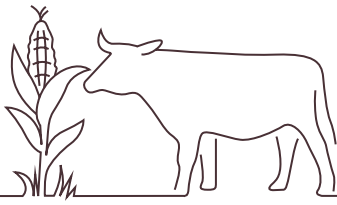
Descripción de cultivos

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

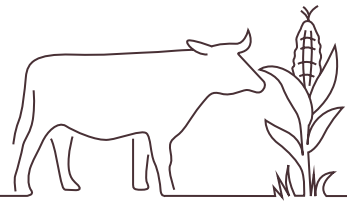
La producción ganadera extensiva en áreas estratégicas ha permitido la expansión de la frontera agrícola para la producción de forrajes. Sin embargo, la presencia de bovinos en estas áreas promueve la deforestación, debido al consumo y la destrucción de árboles y arbustos nativos, lo que genera, además, 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 intersembrado 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 brasileiro:** 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.

Pastoreo y manejo animal

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

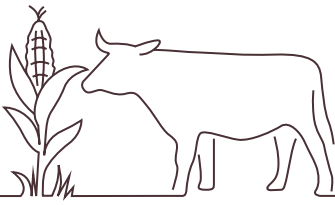


Figura 36. Incorporación de excretas en preparación de abonos orgánicos.
Foto: David Rodríguez Puertas

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 se 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 frijol 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.

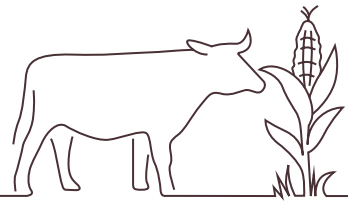


Figura 37. Camellones en cultivo de uchuva.

Foto: David Rodríguez Puertas



Figura 38. Camellones en cultivo de fresa.

Foto: David Rodríguez Puertas



Figura 39. Sistema de asocio achira-granadilla.

Foto: David Rodríguez Puertas