

GANADERÍA SOSTENIBLE

Guía de prácticas para el
Noroccidente de Pichincha



PRESENTACIÓN

La ganadería es actualmente la actividad agro-productiva que más territorio ocupa en el Noroccidente de Pichincha. Tiene más de 50 años de historia en la zona y aunque la productividad es baja, constituye un eje de la economía local y un modo de vida para muchas familias. Por encontrarse en los pliegues de las estribaciones de los Andes, la zona tiene fuertes pendientes que son poco aptas para la actividad ganadera; adicionalmente, las prácticas ganaderas tradicionales que promueven el sobrepastoreo y una alta carga animal por hectárea, han ido disminuyendo las capacidades productivas del suelo. De allí que estos sistemas productivos tiendan a ocupar grandes extensiones, provocando fuertes modificaciones al paisaje e intensas presiones, aún en la actualidad, sobre los excepcionales páramos y bosques andinos que son parte de este territorio y que proveen bienes y servicios fundamentales como la provisión de agua y la regulación del clima.

Esta guía pretende apoyar a los productores con conocimientos y capacidades para mejorar sus prácticas ganaderas. Lo que se busca es racionalizar el sistema productivo de acuerdo a las condiciones de la zona, intensificando la producción en las zonas más aptas y optimizando los recursos con un manejo adecuado, que genere diversos beneficios para la finca y el paisaje. Las prácticas que se presentan promueven mejoras en la productividad, restauración de áreas no aptas para la ganadería y reducción de la presión sobre los bosques remanentes.

Se contemplan siete módulos que brindan información teórica y aplicada sobre las principales prácticas de manejo sostenible que se sugiere aplicar en las fincas ganaderas del Noroccidente de Pichincha y otros territorios similares.

Ana Carolina Benítez
CONDESAN

Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN

Oficina en Lima-Perú:
Calle Las Codornices 253
Surquillo
Tel. +51 1 618 9400

Oficina en Quito-Ecuador:
Germán Alemán E12-123 y Carlos
Arroyo del Río
Tel. +593 2 2248491

www.condesan.org

GANADERÍA SOSTENIBLE: GUÍA DE PRÁCTICAS PARA EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

© CONDESAN. 2019
ISBN: 978-9942-809-05-6

Autores: Juan Carlos Cabezas, Ana Carolina Benítez, Federico Odio, Rossana Proaño, Gabriela Maldonado

Revisión y edición de textos: Francisco Cuesta, Manuel Peralvo, Inty Arcos, Saskia Flores, Geovanna Lasso

Diseño y diagramación: Fibios Comunicación Ambiental / Yeto Studio

Ilustraciones: Fibios Comunicación Ambiental / Uso y modificación de vectores de www.vecteezy.com

Impresión: Rimana Impresión

Fotografías: Inty Arcos, Bellavista Cloud Forest, Ana Carolina Benítez, Juan Carlos Cabezas, Alex Calles, Sebastián Crespo, Nicolás Dávalos, Ricardo Jaramillo, J. Miño, Federico Odio.

Citar este documento de la siguiente forma:

Cabezas, J.C.; Benítez, A.C., Odio, F., Proaño, R., Maldonado, G. 2019. **Ganadería sostenible: guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha.** Proyecto EcoAndes, Programa Bosques Andinos, CONDESAN. Quito-Ecuador.

Esta publicación ha sido realizada con el apoyo del Proyecto EcoAndes y el Programa Bosques Andinos ejecutados por CONDESAN. El Proyecto EcoAndes cuenta con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), a través de ONU Medio Ambiente, y es ejecutado en coordinación con los Ministerios de Ambiente en Ecuador y Perú (www.condesan-ecoandes.org). El Programa Bosques Andinos es implementado en consorcio con Helvetas Swiss Intercooperation y financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Para la implementación de actividades de ambos proyectos en el Noroccidente de Pichincha -Ecuador, CONDESAN estableció un asocio con la Fundación Imaymana.



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

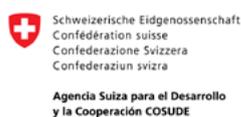


Fundación
IMAYMANA

ECOANDES



Con el apoyo de:



ÍNDICE DE CONTENIDOS

- **Introducción**

Página 7

- **Módulo 1**

Zonificación y ordenamiento de la finca ganadera

Página 15

- **Módulo 2**

Mejoramiento del sistema de pastoreo

Página 29

- **Módulo 3**

Aprovechamiento del estiércol para la fertilización de la finca

Página 43

- **Módulo 4**

Captación y aprovechamiento del agua en terrenos irregulares

Página 53

- **Módulo 5**

Sistemas silvopastoriles

Página 61

- **Módulo 6**

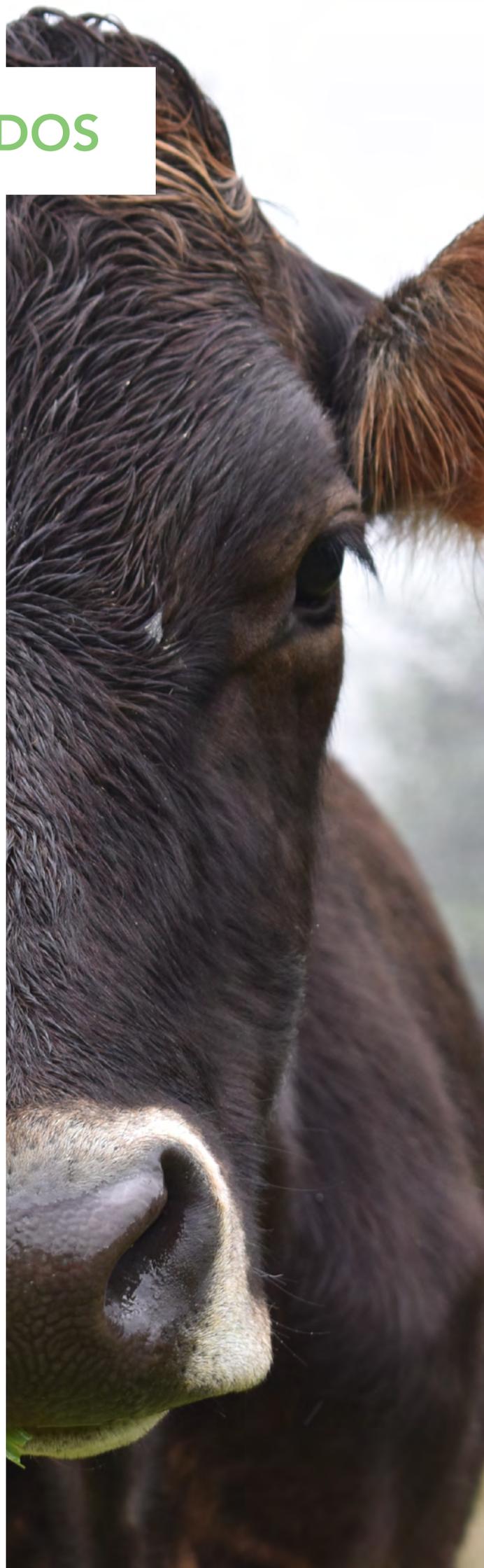
El plan hidrológico de la finca

Página 74

- **Módulo 7**

El bienestar animal y su importancia en la ganadería

Página 95



INTRODUCCIÓN

El Noroccidente de Pichincha: un territorio especial

Antes de empezar con las prácticas, es necesario comprender qué caracteriza al territorio del Noroccidente de Pichincha.

Su extensión es de 286.805 hectáreas (30,31% de la provincia de Pichincha) y abarca un amplio gradiente de altitud que va desde los 500 m.s.n.m. en la zona occidental de San Miguel de Los Bancos y Mindo hasta los casi 4.700 m.s.n.m en el extremo Suroriental de Nono, en la cumbre del volcán Guagua Pichincha. Está conformado por las parroquias: Calacalí, Nanegalito, Nanegal, Gualea, Pacto, Nono, Mindo y San Miguel de Los Bancos (ver Figura 1).

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DEL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA



La precipitación total anual oscila entre 1.061 mm y 2.256,5 mm y es variable a lo largo del año. Los meses más lluviosos van de noviembre a mayo y la precipitación durante esos seis meses corresponde aproximadamente al 75% del total anual, mientras que en los seis meses más secos, que van de junio a octubre, llueve el 25% del total anual.

Es un territorio único por su biodiversidad, cultura y organización social. Aunque no se tiene un conocimiento completo, se han registrado 1.000 especies de vertebrados terrestres y 3.000 de plantas vasculares (casi 600 árboles). Además, el endemismo es considerable; por ejemplo, en especies de anfibios y orquídeas está entre 40 y 50%. Algunas especies son exclusivas del territorio, como la ranita de cristal y la pava del Chocó y existen varias amenazadas como el jaguar y el mono araña (Torres y Peralvo. 2019). En una hectárea de bosque piemontano se pueden encontrar 260 especies distintas de árboles con más de 5 cm de diámetro (Terán et al. 2019) e igual o mayor cantidad de especies de arbustos hierbas y epífitas. Además, yacen ocultos bajo la espesa vegetación los tesoros arqueológicos de pueblos ancestrales como los Yumbos y los Incas.

Torres, R., & M. Peralvo. 2019. Dinámicas Territoriales en el Chocó Andino del DMQ: Estado actual, tendencias y estrategias para la conservación, restauración y uso sostenible. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), Secretaría de Ambiente del MDMQ y Fundación Imaymana. Quito, Ecuador.
Terán - Valdez, A., Cuesta F. Pinto E., y Peralvo, M. 2019. Los bosques del Noroccidente de Pichincha: una mirada profunda a los pulmones de Quito. Proyecto EcoAndes, CONDESAN. Quito - Ecuador



© Sebastián Crespo

Los páramos y bosques montanos del Noroccidente de Pichincha juegan un papel fundamental para los pobladores locales y habitantes de la ciudad de Quito por la provisión de servicios ecosistémicos, especialmente por la regulación hídrica. Los bosques condensan la neblina y captan agua a través de sus ramas y hojas permitiendo la infiltración en el suelo y formando ecosistemas acuáticos y ríos únicos e importantes como el Mindo, Pachijal, Mashpi, Alambi, Saloya, Chirape, entre otros. Por otro lado, el complejo sistema de raíces en estos bosques brinda estabilidad al suelo reduciendo el riesgo de derrumbes y erosión asociados a infraestructura como carreteras y oleoductos, además de reducir la cantidad de sedimentos que se desprenden y que afectan la calidad del agua de los ríos y la vida útil de hidroeléctricas.



© Ana Carolina Benítez

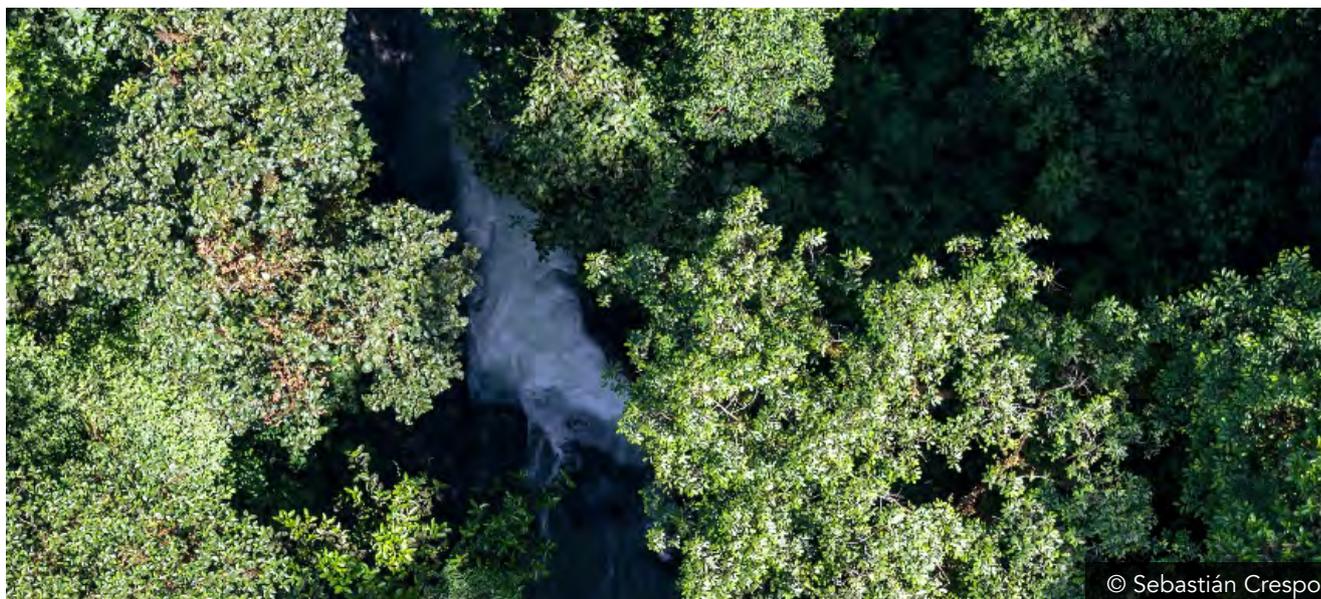
¿Qué son los servicios ecosistémicos?

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, que se desarrolló a principios del siglo XXI, definió a los servicios ecosistémicos como “las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano” o los beneficios que recibimos las personas de los ecosistemas.

Existen 22 servicios ecosistémicos identificados que han sido clasificados en cuatro categorías:

- 🐾 **Servicios de provisión:** productos de la naturaleza que son aprovechados directamente por las personas como los alimentos o la madera.
- 🐾 **Servicios de regulación:** están relacionados con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos vitales como el ciclo del agua.
- 🐾 **Servicios de hábitat:** los ecosistemas brindan condiciones adecuadas para el refugio y la reproducción de las diversas especies.
- 🐾 **Servicios culturales:** la naturaleza brinda oportunidades al ser humano para la reflexión, el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la recreación y el disfrute de su belleza estética.

Los recursos naturales y los servicios ecosistémicos son los cimientos de todos los sistemas de producción agropecuaria. Para mantener los servicios ecosistémicos es necesario mantener la funcionalidad de las dinámicas entre los distintos componentes de los ecosistemas. Los cambios extremos de uso del suelo rompen estas dinámicas y, por lo tanto, afectan la provisión de servicios ecosistémicos. Un sistema productivo que incorpora criterios de sostenibilidad ecológica contribuye a mantener funciones saludables que proveen servicios ecosistémicos para las actividades productivas y otras necesidades humanas.



Los bosques montanos constituyen, además, un importante reservorio de carbono, lo cual contribuye a mitigar los efectos del cambio climático a través de la remoción de carbono de la atmósfera y su asimilación en forma de biomasa, producto de la fotosíntesis. La investigación a largo plazo que realiza CONDESAN, la Fundación Imaymana y sus socios en los bosques secundarios del Noroccidente de Pichincha, ha determinado que estos bosques llegan a almacenar 148,9 (± 39) toneladas de carbono por hectárea (Terán et al. 2019). Adicionalmente, remueven de la atmósfera anualmente un promedio de 3,34 toneladas de carbono por hectárea.

El Noroccidente de Pichincha:

Es reconocido a nivel mundial y nacional por ser un territorio excepcional por su biodiversidad:

- 🦜 Declarado Reserva de Biosfera del Chocó Andino de Pichincha.
- 🦜 Está dentro de dos Hotspots de Biodiversidad (Tumbes – Chocó – Magdalena y Andes Tropicales).
- 🦜 Ha sido declarado Bosque Modelo por la Red Iberoamericana de Bosques Modelo (RIABM).
- 🦜 Contiene seis Áreas de Importancia para las Aves (IBA), categorizada por Birdlife International.
- 🦜 Ha sido identificado como un área prioritaria para la conservación de la biodiversidad por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- 🦜 Contiene 15 bosques protectores que son parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- 🦜 Fue declarado Área de Importancia Ecológica, Cultural y de Desarrollo Productivo Sostenible por el Municipio de Quito (Ordenanza 137).
- 🦜 Contiene cuatro Áreas de Conservación y Uso Sostenible (ACUS) que son parte del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas de Quito.
- 🦜 Contiene más de 40 árboles declarados como patrimoniales por el Municipio de Quito.

¡Y tú eres parte de él!



© Bellavista Cloud Forest

Las Áreas de Importancia para las Aves (IBA) en el territorio del Noroccidente de Pichincha son: Los Bancos-Milpe, Maquipucuna-Río Guayllabamba, Mindo y Estribaciones Occidentales del volcán Pichincha, Río Toachi-Chiriboga, Valle de Guayllabamba y Mashpi-Pachijal. Para más información visite <http://avesconservacion.org/web/ibas-provincia-pichincha/>

La ganadería en el Noroccidente es parte de un paisaje

El paisaje actual del Noroccidente de Pichincha ha ido configurándose a través del tiempo por las relaciones históricas entre la población y el territorio. Durante la segunda mitad del siglo XX (1960-1990), los bosques de la zona sufrieron un fuerte impacto debido a la extracción de madera para construcciones y para la elaboración de carbón, y su posterior conversión a monocultivos de caña y fincas ganaderas. Para el periodo 1991-2017, se perdieron 15.300 hectáreas de bosque (Torres y Peralvo. 2019), aislando unos de otros los fragmentos remanentes de bosque.

En los últimos 20 años, se ha desarrollado una industria turística basada en la naturaleza, en donde la biodiversidad, los ríos y los paisajes de páramos y bosques son sus principales atractivos. Esto, además de dinamizar la economía y distribuir de mejor manera la riqueza, ha originado un proceso significativo de recuperación y restauración de áreas naturales.



Actualmente, el Noroccidente de Pichincha es un paisaje complejo configurado por un mosaico de usos del suelo que van desde bosques y páramos bien conservados hasta áreas de uso agropecuario extensivo. La tenencia de la tierra en todo este territorio es mayoritariamente privada y los predios son manejados de manera individual, familiar y en algunos casos comunitaria (ej. Yunguilla, Pactoloma, Sahuangal y Santa Elena). Por lo tanto, una gestión adecuada para conservar las características excepcionales de este territorio, depende del manejo que cada uno de los propietarios privados realice sobre su predio, tomando en cuenta los vínculos de la finca con su entorno.

La conservación de las características excepcionales del Noroccidente de Pichincha depende, en última instancia, del manejo que cada uno de los propietarios realice sobre su predio, tomando en cuenta los vínculos de la finca con su entorno.

Por ello, es importante una planificación con enfoque de paisaje, ya que brinda una perspectiva más amplia para identificar en el conjunto de fincas y áreas naturales, aquellas zonas clave para la producción, para la restauración, para la conservación y la conectividad de remanentes de bosque, para el mantenimiento de las fuentes de agua, para evitar la erosión, para mantener el hábitat de las especies, entre otras.

Torres, R., & M. Peralvo. 2019. Dinámicas Territoriales en el Chocó Andino del DMQ: Estado actual, tendencias y estrategias para la conservación, restauración y uso sostenible. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), Secretaría de Ambiente del MDMQ y Fundación Imaymana. Quito, Ecuador.

La conectividad del paisaje y su importancia

Una de las condiciones más importantes para que los paisajes puedan proveer servicios ecosistémicos a las poblaciones humanas es que exista conectividad. La conectividad se refiere al nivel en que el paisaje facilita la interacción y el movimiento de especies de flora y fauna entre distintas áreas cubiertas por vegetación natural, como son remanentes de bosques o ecosistemas riparios. Si estas zonas están conectadas, se incrementa el área de tránsito y dispersión de muchas especies, manteniéndose flujos de energía y procesos funcionales importantes. Esto permite que el paisaje sea más resistente a disturbios y que albergue poblaciones animales y vegetales más saludables. Un paisaje conectado sostiene también a los sistemas productivos, porque contribuye a incrementar la calidad del suelo, la regulación del clima y del agua, entre otros beneficios.

Si la conectividad es alta, las distintas áreas se conectan entre sí mediante áreas más pequeñas o franjas que también poseen vegetación natural. Sistemas agroforestales, silvopastoriles o prácticas de restauración lineales contribuyen también a incrementar la conectividad del paisaje, pues al menos ciertas especies podrán transitar por estos sitios. Las fincas ganaderas del Noroccidente de Pichincha pueden contribuir a mejorar la conectividad del paisaje, manteniendo áreas de conservación de remanentes de bosque, restaurando zonas prioritarias para la conectividad, e implementando sistemas productivos que involucren la plantación de árboles de distintas especies en distintas modalidades y diseños (ej. cercas vivas y franjas riparias) (ver Figuras 2, 3 y 4).

FIGURA 2. ESQUEMA DE CONECTIVIDAD DE PAISAJE A TRAVÉS DE VEGETACIÓN RIPARIA

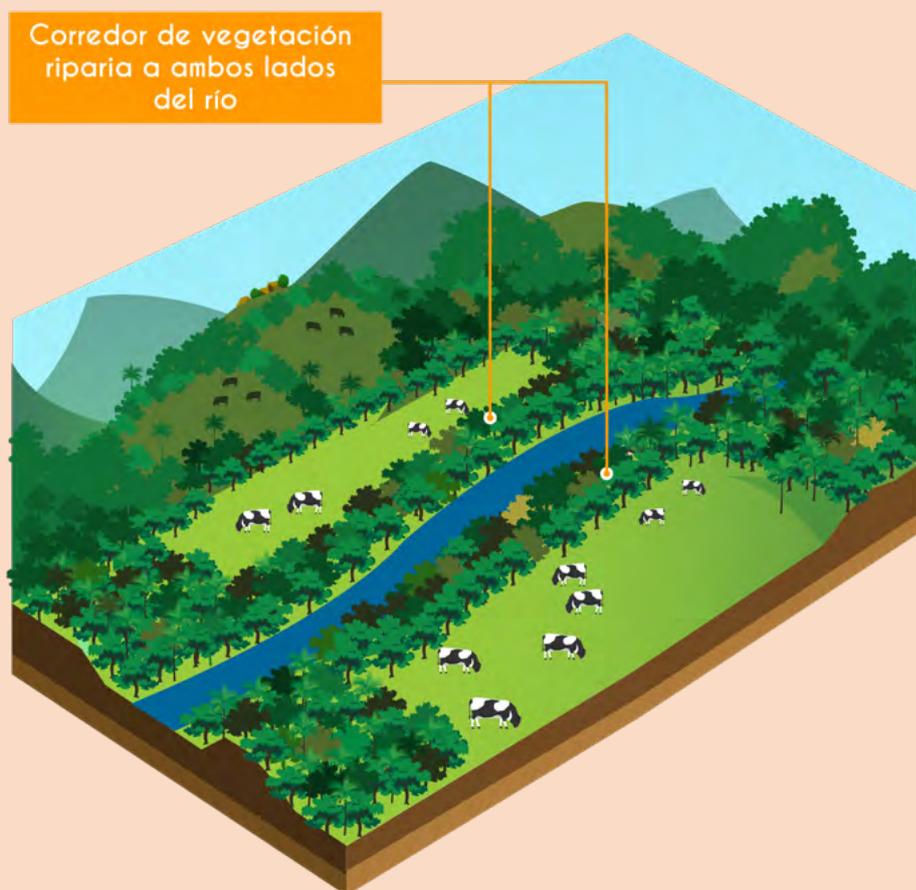


FIGURA 3. ESQUEMA DE CONECTIVIDAD DE PAISAJE A TRAVÉS DE PARCHES DE VEGETACIÓN NATURAL

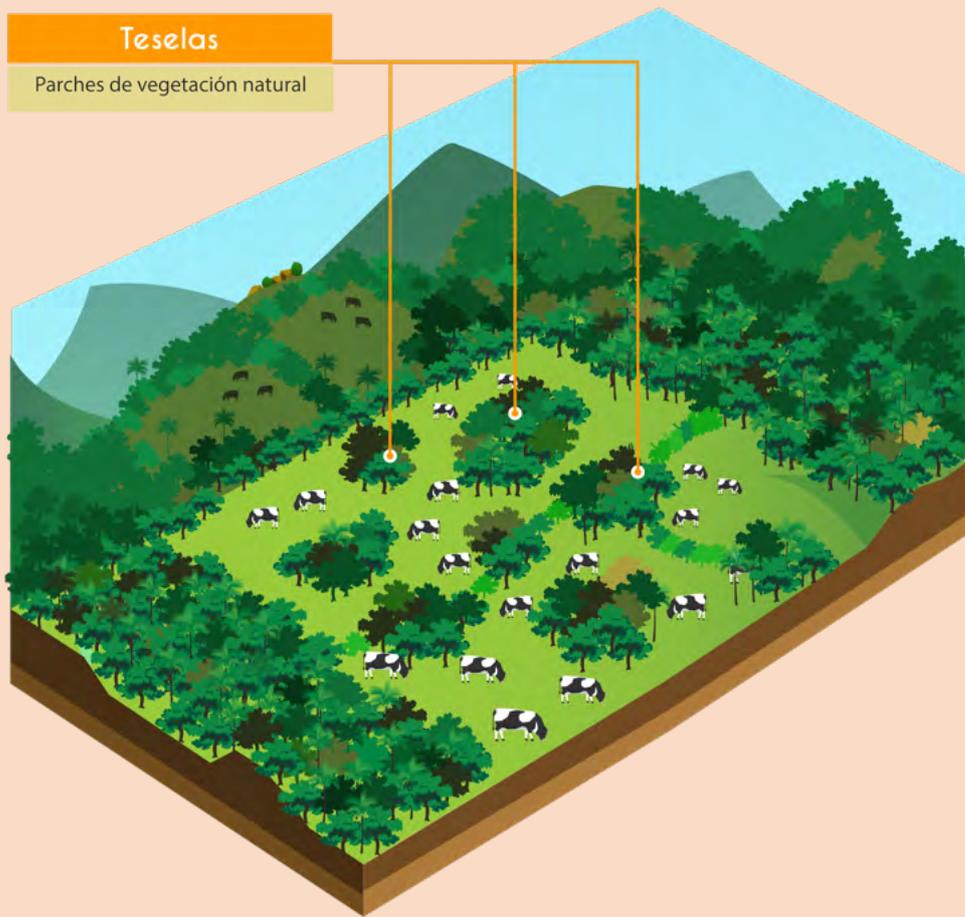


FIGURA 4. ESQUEMA DE CONECTIVIDAD DE PAISAJE A TRAVÉS DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

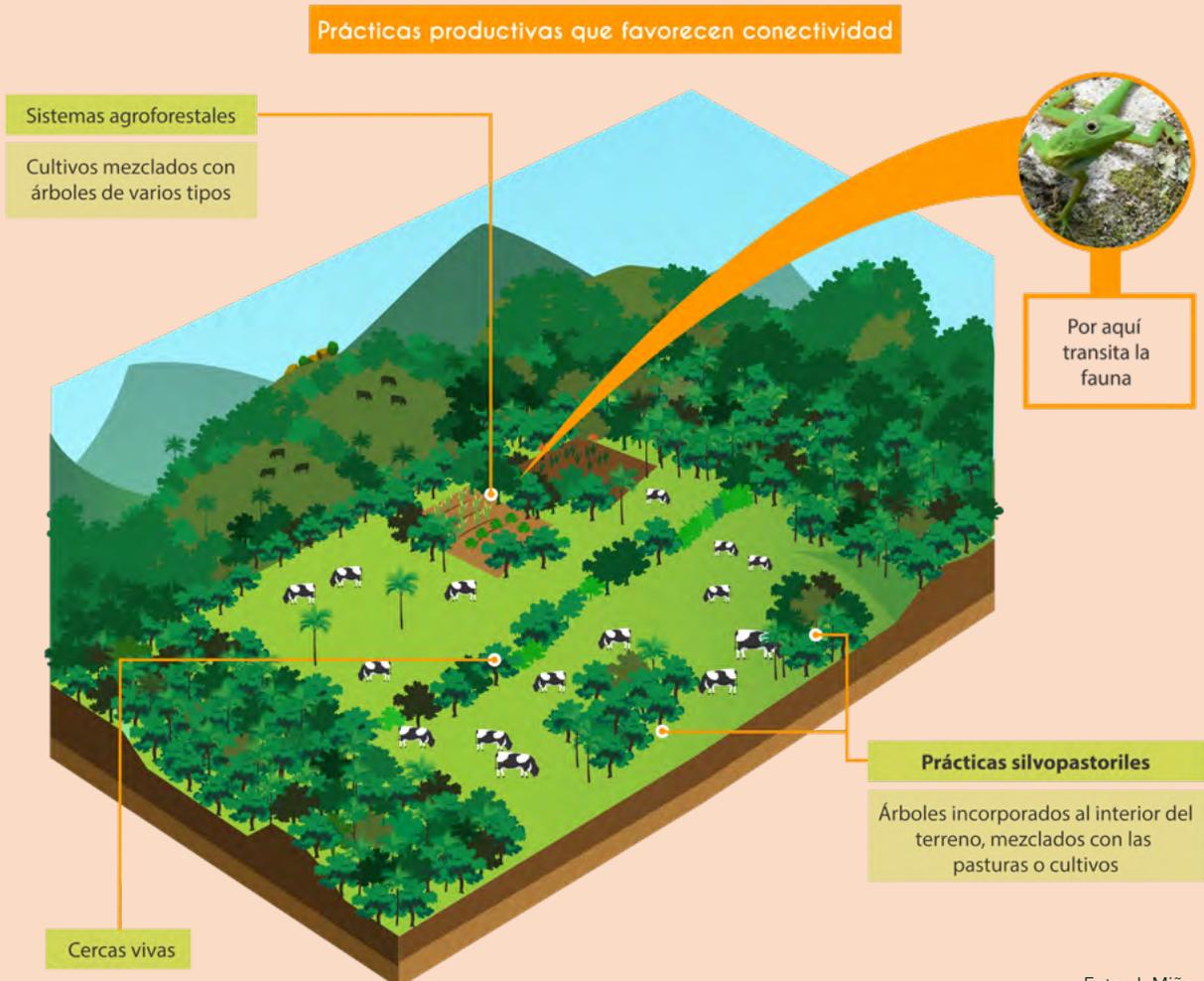


Foto: J. Miño

Reconociendo las características excepcionales del territorio y la importancia de trabajar con un enfoque de paisaje, un gran número de actores locales, públicos y privados, han unido esfuerzos desde hace más de tres décadas para construir un territorio sustentable donde se puedan abordar los problemas y las soluciones de manera integral y con un enfoque territorial amplio. Esto ha contribuido a que la tendencia de pérdida de bosques se haya reducido y llegue a ser actualmente del 0,66% en promedio (Terán et al. 2019).

La Mancomunidad del Chocó Andino (MCA)

La Mancomunidad del Chocó Andino (MCA) está conformada por los gobiernos parroquiales de Pacto, Guala, Nanegal, Nanegalito, Calacalí y Nono. Trabaja para consolidar un territorio productivo, sustentable y biodiverso, en beneficio de la comunidad que representan, a través de la articulación de los distintos actores internos y externos.

La MCA se ha convertido en una plataforma de gobernanza para la gestión sostenible del territorio del Noroccidente de Quito. Las parroquias de la MCA cuentan con Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial que incluyen criterios de sustentabilidad a escala de paisaje, incorporando zonas de conservación, zonas de amortiguamiento, zonas de producción, centros poblados e infraestructuras. A través de la MCA, se impulsan actualmente en el territorio prácticas de restauración y uso sostenible con la activa participación de los pobladores locales.

Esta propuesta de prácticas de ganadería sostenible se apalanca en estas visiones y enfoques y los replica a escala de finca, promoviendo la distribución adecuada de las distintas áreas para la producción, la conectividad de los remanentes de bosque y la preservación del suelo y las fuentes de agua, en beneficio del ganadero y de este especial entorno del que forma parte.



Módulo 1. Zonificación y ordenamiento de la finca ganadera

Como se ha mencionado en la sección anterior, las fincas ganaderas del Noroccidente de Pichincha forman parte de una región con determinadas características agroclimáticas: topografía, clima, suelo, agua y vegetación. Estos elementos inciden directamente sobre la producción. Para incrementar la productividad de la finca y mantenerla en el largo plazo, es necesario adaptarse de la mejor manera a las características agroclimáticas presentes, procurando aplicar prácticas de manejo enfocadas en mantener o incrementar la fertilidad del suelo, la capacidad de producción de los pastos (forraje) y reducir la contaminación de las fuentes de agua.

La zonificación es parte de la planificación de la finca y consiste en analizar las diferentes oportunidades de uso de suelo existentes y, de acuerdo a esto, destinar áreas para las distintas actividades, ya sean estas productivas o no.

La implementación de actividades de acuerdo al potencial de uso de cada área, permite garantizar a mediano plazo la provisión de servicios ecosistémicos indispensables para el desarrollo de la actividad ganadera, como la provisión de agua, el mantenimiento de suelo y la disponibilidad de alimento de calidad, que son la base del bienestar animal y, por ende, de la producción lechera. También permite realizar un manejo eficiente de los animales que comprenden el hato ganadero, tomando en cuenta su edad y sus requerimientos nutritivos. Por último, la correcta distribución de la finca facilita la ejecución de las actividades diarias del finquero.

Un paso fundamental dentro de esta fase es determinar la capacidad de carga de la finca o la cantidad ideal de animales que se pueden pastorear. El contar con este dato, permite hacer un uso eficiente del pasto, en unos casos evitando el desperdicio y en otros, la degradación o debilitamiento por el sobrepastoreo.

Sobrepastoreo

Pastoreo que sobrepasa la capacidad de recuperación o regeneración de los pastos, impidiendo que la planta almacene en sus raíces lo necesario para un rebrote adecuado. Se da por una carga excesiva de animales o un pastoreo muy prolongado en el área. La presión por la alta carga animal produce compactación del suelo y deterioro de la calidad del pasto. Esto tiene un efecto negativo en la nutrición y por lo tanto en la salud de los animales.

Beneficios de la zonificación y ordenamiento de la finca



Uso eficiente del suelo

La zonificación y ordenamiento de la finca permite que la actividad productiva se realice en las áreas con mayor aptitud y que áreas de menor aptitud puedan cumplir con otros objetivos beneficiosos para la finca y los ecosistemas, aprovechando de mejor manera su potencial.



Planificación y organización

Una finca zonificada permite planificar y organizar mejor las actividades diarias del finquero y tomar decisiones adecuadas para mejorar la productividad.



Eficiencia de los pastos

El conocimiento de cuáles son las áreas con mayor aptitud productiva y cuánta superficie tiene cada una, permite un cálculo más certero de la capacidad de carga de los potreros para evitar el desperdicio o el sobrepastoreo y sus problemas asociados de degradación del suelo (erosión, compactación), y de los pastos.



Bienestar animal y productividad

La zonificación adecuada del área productiva de una finca para el manejo diferenciado de los animales de acuerdo a sus requerimientos fisiológicos, mejora su bienestar y potencial de producción. Igualmente, se produce un ahorro de energía en la rutina de movilización que incide en la productividad.



Conservación y mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos de los que depende la finca

La zonificación y el manejo adecuado de las áreas que integran una unidad productiva sostenible, permite garantizar la provisión de servicios ecosistémicos continuamente y a largo plazo. Por ejemplo, para el caso del agua, la zonificación permite identificar las fuentes disponibles en la finca y protegerlas.



© Ana Carolina Benítez

Pasos para la implementación de la práctica

Las fincas en el Noroccidente de Pichincha se caracterizan por tener una topografía irregular de fuertes pendientes en donde existen áreas que no son aptas para la producción lechera. En estas áreas el costo de implementar ganadería es mayor al beneficio económico a obtenerse. Sin embargo, cuando estas áreas de bajo potencial productivo están cubiertas de bosque, proveen bienes y servicios ecosistémicos esenciales como son la provisión de agua y la regulación del clima local. Bajo estos criterios, una finca de ganadería sostenible en el Noroccidente de Pichincha, debería contar con las siguientes cuatro áreas: áreas productivas o de uso sostenible, áreas de protección de fuentes de agua, áreas de restauración y áreas de conservación (ver Tabla 1).

TABLA 1. ÁREAS DE UNA FINCA DE GANADERÍA SOSTENIBLE

Áreas de una finca de ganadería sostenible



© Federico Odio

Áreas productivas o de uso sostenible

Son las que presentan mayor potencial productivo por la mejor aptitud del suelo, topografía regular, facilidad de distribución del agua para abrevadero de los animales, aptitud para riego y facilidad para realizar trabajos agropecuarios.

Dentro de esta área, se realiza una zonificación adicional con el objeto de mejorar la eficiencia del manejo de los animales de acuerdo a su edad, estado (gestación) y requerimientos nutritivos. Estas son las áreas donde debe definirse la capacidad de carga de animales para evitar el sobrepastoreo y la degradación de pastizales.

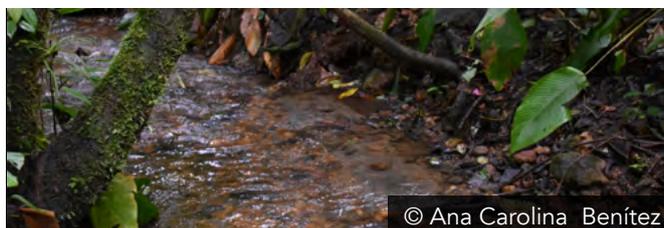


© Federico Odio

Áreas de protección de fuentes de agua

Son aquellas que rodean los ojos de agua, las captaciones, estanques naturales, etc., y que deben estar cubiertas de vegetación adecuada con arbustos y árboles como la chilca, nacedero, camachos, bijao, alisos, guabas, entre otros. También son las áreas riparias que mantienen vegetación natural en buen estado a ambos lados de quebradas y ríos, garantizando mejor calidad del agua y contribuyendo a mantener los caudales.

Debido a la vegetación existente, en estas áreas se da una mayor infiltración del agua en el suelo y se mantiene la humedad en el lugar. Se debe impedir que los animales destruyan la vegetación riparia y contaminen las fuentes de agua, alambrando ambos lados.



© Ana Carolina Benítez

Áreas de restauración

Son aquellas que se han degradado por el sobrepastoreo, la contaminación u otras causas, y donde es necesario recuperar los suelos y la cobertura vegetal para destinarlas a conservación o a otros usos más sostenibles como por ejemplo los sistemas agroforestales.

Estas áreas se deben seleccionar considerando su importancia para la provisión de servicios ecosistémicos a nivel de paisaje, como por ejemplo:

Áreas importantes para la conectividad: zonas que pueden conectar remanentes de bosque y otras áreas con vegetación natural que estén dentro o fuera de la finca.

Zonas riparias: áreas degradadas que se encuentran a lo largo de cauces de agua, donde la vegetación actúa como filtro de sedimentos y contaminantes para mejorar la calidad y cantidad de agua.

Áreas clave para la estabilidad de taludes: aquellas con grandes pendientes, mayores al 40%.



© Federico Odio

Áreas de conservación

Son aquellas dedicadas a la preservación de remanentes de bosques, los mismos que brindan varios servicios ecosistémicos, entre los que podemos mencionar:

- ☛ Captación y filtración de agua para posterior consumo.
- ☛ Captura y almacenamiento de carbono para combatir el cambio climático.
- ☛ Regulación del clima local.
- ☛ Protección del hábitat de especies de flora y fauna importantes.
- ☛ Retención de suelo para evitar deslizamientos de tierra y erosión.
- ☛ Oportunidades de recreación.

Idealmente, estas áreas con presencia de remanentes de bosque deberían mantenerse como áreas de conservación de forma permanente.

Paso 1. Caracterizar la finca mediante la elaboración de un mapa de uso actual de la misma



Para lograr una adecuada zonificación de la finca, se necesita realizar un recorrido de reconocimiento de todas las áreas para identificar límites y características generales en relación a su topografía, localización de fuentes de agua, tipos de suelo y tipos de vegetación. Es importante identificar también, para cada área, posibles problemas que estén ocurriendo por un uso inadecuado del suelo.

Lo ideal es poder establecer las dimensiones reales de todas las áreas de la finca. Esto facilitará las labores de fertilización y siembra, así como la realización de los cálculos de capacidad de carga, lo que ayudará a a medir de manera más certera la productividad, ya que esta se calcula por unidad de área y no por desempeño individual de los animales.

La estimación de las superficies de las distintas áreas de la finca requiere normalmente la contratación de un técnico que, mediante el uso de GPS, realice las mediciones en campo y posteriormente procese los datos para obtener las superficies de interés. Las fotografías aéreas son recursos que también pueden ayudar a la medición. Así mismo, un técnico topógrafo puede estimar las superficies mediante una planimetría.

Si no es factible contar con ese servicio técnico, el propietario puede hacer, al menos, una estimación de la superficie en campo, haciendo mediciones por medio de pasos o utilizando cintas de medición (ver Figura 5). Esto sería importante, sobre todo, en las áreas de producción, ya que en ellas deben hacerse los cálculos de capacidad de carga. Para el resto de áreas de la finca (p.ej. los bosques) se puede hacer una estimación gruesa de la superficie en base al conocimiento del propietario.

FIGURA 5. UTILIZACIÓN DE CINTA DE MEDICIÓN PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE DEL POTRERO



Para hacer el mapa de uso actual, se empieza llenando una ficha de caracterización de la finca (ver Ficha 1), la cual incluye información sobre: localización de la finca (provincia, cantón, parroquia, referencias de la localidad, vecinos y sus principales actividades productivas), extensión total, listado y extensión de todas las áreas identificadas al interior de la finca y estimación de pendientes de cada área identificada. La estimación de las pendientes puede hacerse estableciendo tres categorías generales: plano, inclinado y muy inclinado.

FICHA 1. CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA				
Nombre de la finca Ejemplo: La Victoria				
Fecha de elaboración de la ficha Ejemplo: 27 de abril de 2018				
Provincia Ejemplo: Pichincha				
Cantón Ejemplo: Quito				
Parroquia Ejemplo: Nanegalito				
Referencias Lugares cercanos a la finca que sean conocidos por la comunidad y que permitan a las personas que no la conocen llegar a la finca con facilidad. Ejemplo: Barrio Valle Lindo, cerca de la Hostería El Juncal				
Límites: Cuáles son límites de la finca en los distintos puntos Ejemplo: En el frente con el camino principal a Bellavista, a un lado con la finca de Mario Pineda, al otro lado con Omar Callejas y en la parte trasera con el Río Pachijal				
Actividades productivas: Listado de las actividades productivas de la finca Ejemplo: Ganadería lechera, ganadería de carne, fabricación artesanal de lácteos, cultivos de ciclo corto, bosque				
Extensión y características de las áreas de la finca				
Número	Área	Uso	Extensión	Pendiente
Enumeración de las áreas	Nombre del área	Descripción del área	Área en Hectáreas	Clasificación: plano, inclinado o muy inclinado
Ejemplo	Área de establo y vivienda	Infraestructura de establo y casa de cuidador	0,25	Plano
	Potrero 2: Vacas en producción	Pastizal de vacas por parir	1	Inclinado
	Bosque	Bosque secundario	30	Muy inclinado
1				
2				
3				
4				
		Extensión total de la finca	30,25	

En base a esa información, se elabora un croquis/mapa actual de la finca (ver Figura 6) que ubique espacialmente: potreros, cultivos, infraestructura, fuentes de agua (vertientes, ríos, quebradas, pozos, otros), bosques, accesos a la finca, caminos internos y otras existentes. También es necesario indicar el tipo de pendiente de cada área (plano, inclinado y muy inclinado). Cabe recalcar que un mismo potrero puede tener dos o más tipos de pendiente y eso puede indicarse en el mapa.

FIGURA 6. EJEMPLO DEL CROQUIS ACTUAL DE LA FINCA

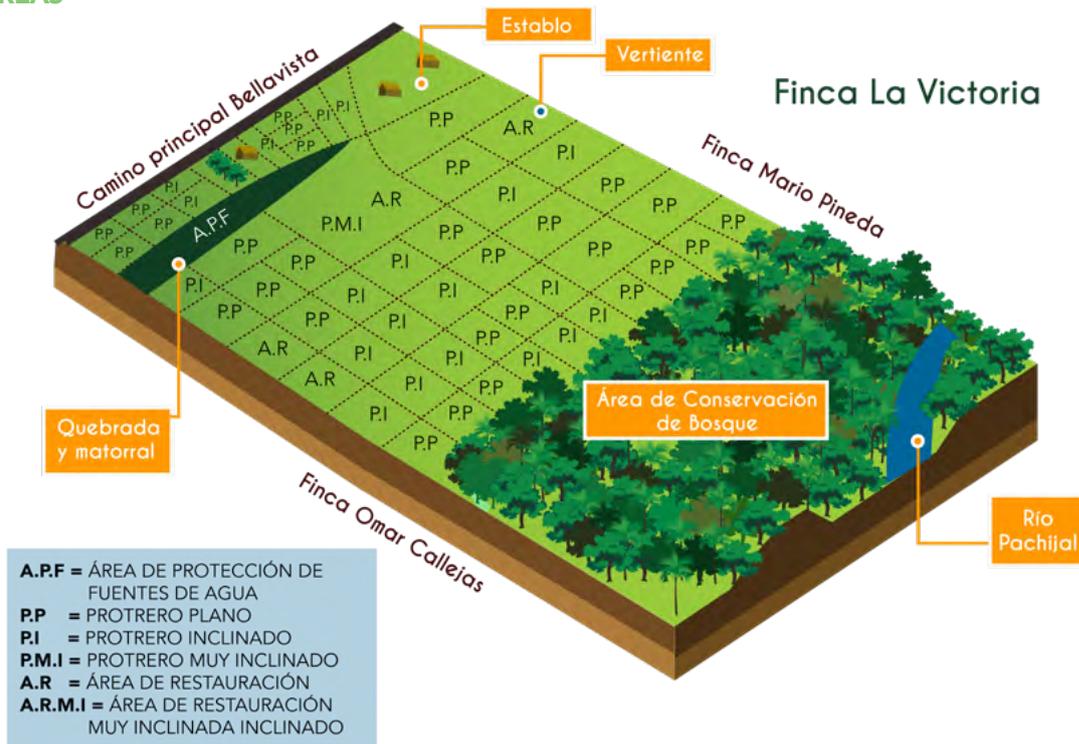


Como se puede ver en el ejemplo, esta finca tiene un área de bosque que ocupa casi la mitad del territorio, una quebrada, dos fuentes de agua (un río y una vertiente), un camino interno y un área productiva con potreros extensos y con distintas inclinaciones.

Paso 2. Evaluar la aptitud de las áreas y ajustar el mapa para generar una nueva propuesta de uso

El mapa de uso actual es evaluado en base a los criterios para la aptitud de áreas señalados en la Tabla 1. Producto de este análisis se mantienen los usos actuales o se redefinen nuevos en cada una de las áreas. Posteriormente, esto se plasma en un mapa de zonificación donde se visualiza el escenario ideal de los usos de la finca de acuerdo a las aptitudes de cada área (ver Figura 7), tomando en cuenta la productividad a mediano y largo plazo, a la vez que la provisión de los bienes y servicios ambientales que proporcionan las áreas de conservación, restauración y protección de fuentes de agua. De aquí en adelante, el manejo de la finca tratará de establecer poco a poco todas las áreas que se han definido en este mapa de zonificación.

FIGURA 7. EJEMPLO DEL CROQUIS IDEAL DE LA FINCA UNA VEZ EVALUADOS LOS CRITERIOS DE APTITUD DE LAS ÁREAS



En el ejemplo, el área de bosque se designa como área de conservación. Después, se identifica un área de protección de fuentes de agua en la quebrada para evitar el acceso libre de los animales, se establecen dos áreas de restauración en el potrero inclinado donde se encuentra la vertiente y otra área de restauración en un potrero muy inclinado. El área más lejana al establo, con potreros inclinados y degradados, se convierte también en otra área de restauración. Por último, se subdividen los potreros para reducir su dimensión y mejorar su manejo.



© Ana Carolina Benítez

Paso 3. Zonificación del área productiva ganadera

El área productiva de uso directo para ganadería sostenible, debería tener por lo menos las siguientes zonas.

FIGURA 8. ESTABLO



Establo (ver Figura 8)

De preferencia debería colocarse en el centro de la zona productiva para acortar las distancias que caminan los animales. Esto evita la erosión y compactación del suelo por el pisoteo frecuente en ciertas áreas y la pérdida de energía de los animales, repercutiendo positivamente en la productividad.

FIGURA 9. POTRERO DE MATERNIDAD CERCANO A LA VIVIENDA



Potrero de maternidad (ver Figura 9)

El potrero de maternidad debe tener topografía regular, buena calidad de pastos y permanente provisión de agua. Debe estar situado cerca de la vivienda de la persona que cuida los animales, pues estos requieren de cuidados especiales en el trato y la alimentación. Igualmente, durante el parto necesitan supervisión para actuar oportunamente si se presentan inconvenientes.

Desde el lado de la cría, el 50% de su supervivencia depende de la desinfección inmediata del ombligo y el otro 50% de la ingesta de calostro en las dos primeras horas después del nacimiento.

FIGURA 10. POTRERO PLANO PARA ANIMALES EN PRODUCCIÓN



Potreros para animales en producción (ver Figura 10)

Deben estar lo más cerca posible al establo y tener una pendiente no mayor al 40 %. Los animales en producción son pesados, por lo que su movilidad es más complicada. Además, el esfuerzo que realizan causa un consumo de energía que va en detrimento de su producción lechera. Por ello, se debe evitar el pastoreo de estos animales en lotes muy inclinados y muy alejados del establo.

FIGURA 11. POTRERO DE FÁCIL ACCESO PARA TERNERAS



Potreros para terneras (ver Figura 11)

Deben estar cercanos a la vivienda de la persona encargada de su cuidado porque este tipo de animales requieren mayor atención (suministro de leche dos veces al día, suministro de suplementos alimenticios y control periódico para la prevención de enfermedades).

FIGURA 12. POTREROS DE TOPOGRAFÍA IRREGULAR PARA VACONAS Y GANADO SECO

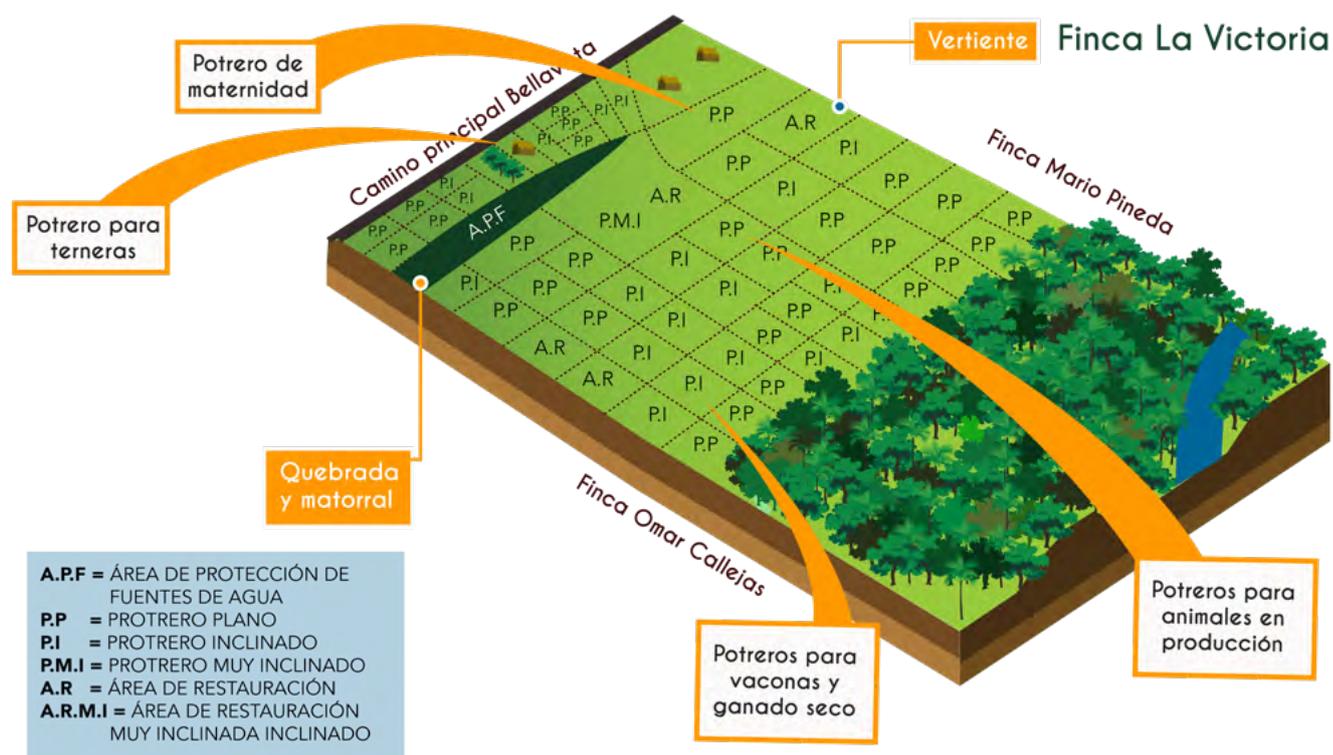


Potreros para vaconas y ganado seco (ver Figura 12)

Al ser animales más livianos podrían ubicarse en potreros de topografía más irregular y con mayor distancia al establo.

Todas las zonas del área productiva se ubican también en el croquis de la finca (ver Figura 13).

FIGURA 13. EJEMPLO DEL CROQUIS DE LA ZONA PRODUCTIVA DE LA FINCA



Paso 4. Calcular la capacidad de carga de la finca

Las condiciones climáticas del Ecuador permiten mantener el cultivo de pasturas de manera más o menos regular durante todo el año; por tanto, la opción de mantener al ganado bajo un sistema de pastoreo resulta una estrategia más económica que otros sistemas como la estabulación por ejemplo, que ha sido adoptada en otros países.

El clima del Noroccidente de Pichincha está caracterizado por dos épocas bastante marcadas: lluviosa (de noviembre a mayo) y seca (de junio a octubre). La época seca es crítica, pues muchos productores que no tienen una planificación y manejo adecuado de la productividad de sus pasturas, enfrentan escasez de pasto y se ven obligados a: (1) vender su ganado por falta de alimento, (2) arrendar potreros o, (3) invertir en la compra de balanceados o sobrealimentos.

Comúnmente, a los pastos se los ha visto como fuente de alimento permanentes que no requieren de un manejo técnico. Sin embargo, los pastos son cultivos como cualquier otro, que requieren igualmente de fertilización y provisión de agua para alcanzar mejores rendimientos. Un mejor rendimiento permitirá incrementar la capacidad de carga de la finca, disminuyendo la presión en áreas forestales, o áreas con vocación para la conservación y/o restauración.

¿Qué es capacidad de carga?

Se refiere al número de animales que se pueden tener de manera productiva en una hectárea, sin causar el deterioro del pastizal. Se relaciona con el grado de defoliación (pérdida de hojas) máximo que permite a las plantas del potrero recuperarse adecuadamente después de ser pastoreadas.

La capacidad de carga de una finca se establece estimando la cantidad de pasto que se produce en los potreros. Para esto se toman muestras de pasto de los distintos potreros a través del método del cuadrante que se explica a continuación.

El método del cuadrante para el cálculo de la capacidad de carga por hectárea

Construcción del cuadrante (ver Figura 14):

Se trata de un marco cuadrado de varillas de metal, PVC o madera, de 1 m de lado, es decir 1 m².

FIGURA 14. CUADRANTE DE MADERA DE 1 METRO CUADRADO

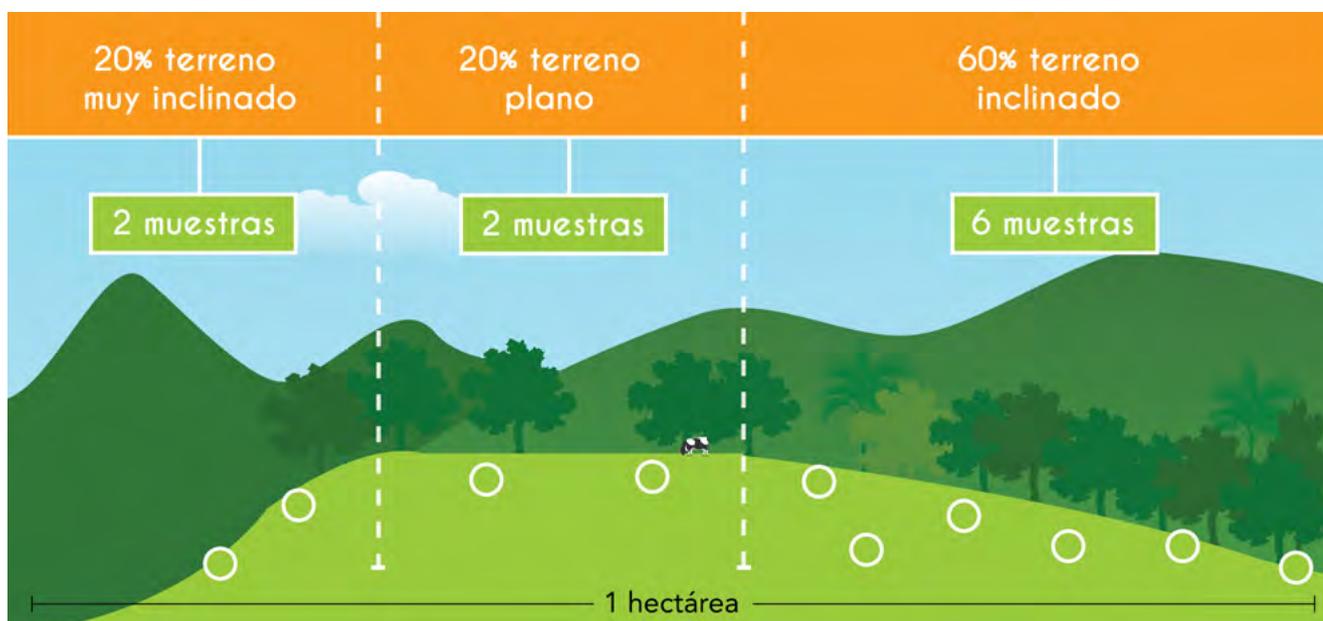


Muestreo de potreros:

Utilizando el cuadrante, se obtienen al menos 10 muestras de pasto de la hectárea de potrero más representativo de la topografía y productividad general de la finca. Si en general, la finca es irregular, se debe elegir un potrero irregular para el muestreo, si es combinada, se elige un potrero combinado, es decir que sea plano en un área e inclinado en otra. No se debe elegir el potrero más productivo ni el menos productivo, sino uno que represente el promedio de productividad de la finca.

Una vez seleccionado el potrero, es fundamental, de inicio, estimar los porcentajes de cada uno de los tipos de topografía (plana, inclinada y muy inclinada), para definir la cantidad de muestras que se obtendrán de cada área (hasta llegar a las 10 por hectárea), de manera que la muestra general sea representativa de todo el potrero (ver Figura 15).

FIGURA 15. EJEMPLO DE TOMA DE MUESTRAS



Para obtener las muestras debe lanzarse el cuadrante al azar. En el lugar donde cae, se corta el pasto que queda dentro del cuadrante a una distancia de 10 a 15 cm desde el suelo y se lo guarda en una bolsa plástica, obteniéndose una muestra (ver Figura 16).

FIGURA 16. MUESTREO CON EL CUADRANTE PASO A PASO



Cálculo de forraje verde aprovechable por hectárea:

Utilizando una balanza romana, se pesa el contenido de cada bolsa (que corresponde a cada muestra del cuadrante) por separado (ver Figura 17) y se registran los pesos en una tabla, como se muestra en la Ficha 2 (ver página 26).

FIGURA 17. PESAJE DE MUESTRAS PARA SU REGISTRO



FICHA 2. REGISTRO DE PESOS DE MUESTRAS

Registro de muestras			
Tipo	No.	Peso (gr)	Peso (kg)
Muestras en terreno plano	1	1300	1,300
	2	1400	1,400
Muestras en terreno inclinado	3	700	0,700
	4	800	0,800
	5	600	0,600
	6	500	0,500
	7	700	0,700
	8	600	0,600
Muestras en terreno muy inclinado	9	300	0,300
	10	400	0,400
	Promedio	730	0,73

Sumando todos los pesos y dividiendo para el número de muestras colectadas por hectárea, se obtiene el peso promedio del pasto verde de 1 m² que tiene el cuadrante. Ese dato se multiplica por 10.000 m² en una hectárea y se obtiene la cantidad de forraje verde producido por hectárea en cada corte.

CÁLCULO 1. FORRAJE VERDE PRODUCIDO POR HECTÁREA POR CORTE

CÁLCULO	Promedio pasto verde en 1m ² en Kg	x	10.000 m	=	Forraje verde por hectárea por corte en Kg
EJEMPLO	0,73 Kg	x	10.000 m	=	7.300 Kg

Este dato se multiplica por el número de cortes al año, que en la zona deben ser 6 ó 7, para obtener la producción de forraje verde por hectárea y por año.

CÁLCULO 2. FORRAJE VERDE PRODUCIDO POR HECTÁREA AL AÑO

CÁLCULO	Forraje verde por hectárea por corte en Kg	x	No. de cortes por año	=	Forraje verde producido por hectárea por año en Kg
EJEMPLO	7.300 Kg	x	6	=	43.800 Kg

En este punto, se debe contemplar un porcentaje de desperdicio que, con el manejo promedio de la zona, puede estar entre el 40 al 60%. Cabe destacar que, con un manejo adecuado del pasto, el desperdicio no debería superar el 20% (Ver Módulo 2: Mejoramiento de los Sistemas de Pastoreo). Ese dato se refiere a la cantidad de forraje verde aprovechable por hectárea por año.

CÁLCULO 3. FORRAJE VERDE APROVECHABLE POR HECTÁREA POR AÑO

CÁLCULO	Forraje verde producido por hectárea por año en Kg	x	Porcentaje aprovechable de forraje verde por hectárea por año	=	Forraje verde aprovechable producido por hectárea por año en Kg
EJEMPLO	43.800 Kg	x	60%	=	26.280 Kg

Cálculo de la capacidad de carga por hectárea y de la finca:

Para calcular la capacidad de carga por hectárea de la finca, se divide la cantidad de forraje anual aprovechable de la finca para el requerimiento anual de una Unidad Bovina Adulta (UBA). Así se puede saber cuántas UBA es posible tener en una hectárea de la finca de manera productiva sin causar el deterioro de los pastizales.

El dato universalmente aceptado sobre el requerimiento de una UBA es 4% del peso vivo de forraje seco por día. Por tanto, lo primero es convertir el dato de forraje verde aprovechable del paso anterior a forraje seco. De las investigaciones llevadas a cabo por CONDESAN en la zona, durante los meses de verano, el peso del forraje seco es el 36% del peso húmedo en meses secos. En meses lluviosos, esa cantidad se reduce a la mitad, es decir 18%. A partir de estos datos, se hace un promedio entre ambos valores (27%) y se procede al siguiente cálculo:

CÁLCULO 4. CONVERSIÓN DE FORRAJE VERDE APROVECHABLE POR HECTÁREA POR AÑO A FORRAJE SECO APROVECHABLE POR HECTÁREA POR AÑO

CÁLCULO	Forraje verde aprovechable por hectárea por año en Kg	x	Porcentaje promedio de materia seca	=	Forraje seco aprovechable por hectárea por año en Kg
EJEMPLO	26.280 Kg	x	27%	=	7.095,60 Kg

En promedio en la zona, una UBA pesa alrededor de 450 Kg. El 4% de 450 Kg es 18 Kg. Ese dato se multiplica por los 365 días del año y el requerimiento anual de una UBA de la zona en promedio es de 6.570 Kg. Con ese dato se calcula la capacidad de carga por hectárea:

CÁLCULO 5. CAPACIDAD DE CARGA POR HECTÁREA

CÁLCULO	Forraje seco aprovechable por hectárea por año en Kg	÷	Requerimiento anual de forraje seco de una UBA en Kg	=	Capacidad de carga por hectárea (No. de UBA por hectárea)
EJEMPLO	7.095,60 Kg	÷	6.570 Kg	=	1,08 UBA



© Federico Odio

¿Se puede mejorar la capacidad de carga?

¡La respuesta es SÍ! Las prácticas que se proponen en esta guía ayudan a mejorar la capacidad de carga. Como dato curioso te contamos que de acuerdo al Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial, la capacidad de carga promedio de las parroquias del Noroccidente de Pichincha es de una cabeza de ganado por hectárea. En la finca donde se vienen probando estas prácticas, se ha llegado a más de tres UBA por hectárea. ¡Eso es más de tres veces el promedio de la zona!

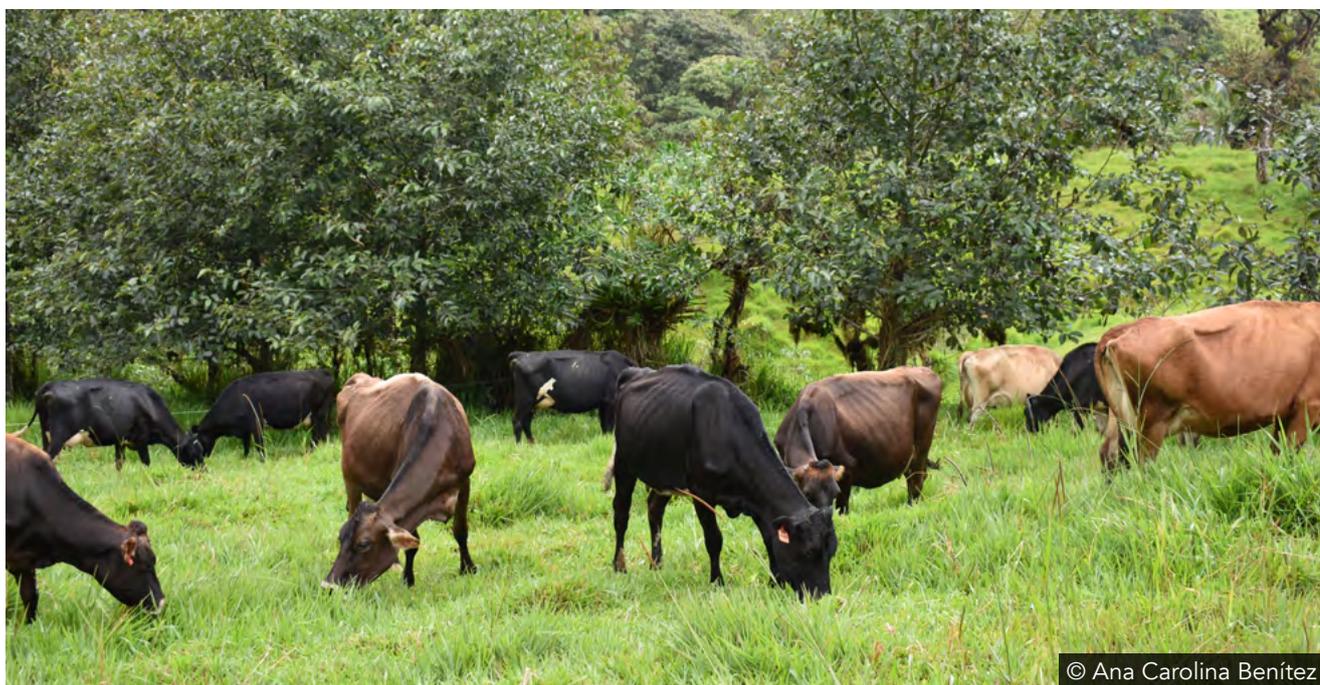
Utilizando el plano de la finca redistribuido, se define el número total de hectáreas de potrero disponibles para la ganadería y se establece un dato referencial de la capacidad de carga total de la finca.

CÁLCULO 6. CAPACIDAD DE CARGA DE LA FINCA EN UBA POR HECTÁREA

CÁLCULO	Capacidad de carga por hectárea (No. UBA por hectárea)	x	Hectáreas de potrero en la nueva distribución de la finca	=	Capacidad de carga de la finca (No. UBA por hectárea)
EJEMPLO	1,08 UBA	x	32 hectáreas	=	34,56 UBA

Este método de cálculo extrapola la capacidad de carga del potrero más representativo de la topografía y productividad de la finca a toda el área productiva. Recolectar muestras de cada potrero permite obtener un dato más exacto de este indicador. Igualmente, su medición continua, permite ajustar de manera más exacta el valor. Se puede también utilizar metodologías más sofisticadas que brindan datos más precisos como el secado de las muestras para la determinación directa del peso de materia seca.

La estimación de la capacidad de carga es una herramienta importante que posibilita un manejo adecuado de la finca, evitando el sobrepastoreo y la degradación de los recursos. En este módulo se ha revisado el procedimiento para realizar la zonificación de la finca y estimar la capacidad de carga del área productiva. Los esfuerzos que demandan estas dos actividades son necesarios, pues repercutirán en un mejor aprovechamiento de los recursos existentes, mejorando la productividad de la actividad ganadera en el mediano plazo, a la par que se protegen áreas importantes para el sostén de las funciones ecosistémicas que benefician al sistema productivo y a las poblaciones humanas del sector. Contar con la zonificación y ordenamiento de la finca es un requisito necesario para potenciar además los impactos de otras prácticas de ganadería sostenible que se revisan en los próximos módulos de esta serie.



© Ana Carolina Benítez

Módulo 2. Mejoramiento del sistema de pastoreo



El suelo del Noroccidente de Pichincha tiene una capa fértil reducida que requiere de materia orgánica adicional para que sea apto para el desarrollo de cualquier actividad productiva, especialmente la ganadería. La estrategia más adecuada para mantener o incrementar la fertilidad de los suelos en la zona es justamente una incorporación permanente de fertilizantes naturales, que promuevan la reproducción de microorganismos benéficos que vayan construyendo con el tiempo un mejor suelo, para el beneficio de los pastizales y la productividad del ganado. En pasturas bien manejadas, la fertilidad del suelo se mantiene o tiende a mejorar con el paso del tiempo.

La propuesta de este módulo para el manejo de pastizales se basa en el Pastoreo Racional de Voisin (PRV). Su concepto básico engloba: alta carga animal por corto tiempo y suficiente reposo del potrero para su óptima recuperación. Para ello, se apoya en el manejo de subdivisiones de potrero a través del uso de cercas eléctricas móviles y la rotación de los animales entre las mismas. Hay que considerar que el sistema funciona de manera óptima en áreas de pastoreo que no superan un porcentaje de pendiente del terreno del 30%.



El manejo bajo este sistema incorpora estiércol (materia orgánica) al potrero de forma natural, ayuda a reducir la compactación del suelo por el pisoteo prolongado y permite un adecuado rebrote. Adicionalmente, con el tiempo se reduce el vigor del pasto miel, característico de la zona, dando paso a la diversificación de especies palatables en el potrero que mejoran la calidad nutricional del mismo. Algunos ejemplos de estas especies son el llantén (*Plantago sp.*), la lengua de vaca (*Rumex crispus*) y la orejuela (*Hydrocotyle vulgaris*); y en las zonas más altas el trébol (*Trifolium repens*), entre otras.

A mediano plazo este sistema permite elevar la capacidad de carga del área productiva de la finca, lo que significa que en la misma cantidad de terreno, se puede mantener mayor cantidad de animales, consiguiendo incrementar la producción de leche. Como consecuencia de la intensificación de las áreas de pastoreo, es posible que otras áreas de la finca, con menor aptitud ganadera, sean destinadas para nuevos usos como la recuperación de bosques o que se evite convertir áreas de bosques a nuevos potreros.



© Ana Carolina Benítez

Beneficios del sistema de pastoreo racional

Mejoramiento del suelo y de pasturas

Las altas cargas animales por espacios reducidos de tiempo en potreros más pequeños mejoran la distribución del estiércol sobre los potreros, aprovechando sus cualidades para la fertilización natural en toda el área del pastizal. Por otro lado, el descanso adecuado de las pasturas permite su óptima recuperación, dando paso a que el pasto almacene en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso.

El sistema de pastoreo se vuelve más eficiente y el suelo y las pasturas van mejorando con el tiempo, lo que implica mayor productividad.

Regularidad en la producción

La producción depende de la alimentación del ganado. Si los animales permanecen varios días en un potrero grande, los primeros días, cuando hay abundancia de pasto de buena calidad, producen más que los últimos días, en los cuales la cantidad y calidad de pasto disponible es reducida.

El manejo propuesto se enfoca en una alimentación más regular y, por lo tanto, en una producción más regular. Esto incide directamente en los flujos de ingresos que se vuelven más predecibles y permiten al finquero hacer mejor su planificación y toma de decisiones.

Eficiencia de las pasturas

El sistema de pastoreo de Voisin promueve una ocupación eficiente en parcelas más pequeñas. Esto incrementa la competencia por el alimento, por lo que el ganado consume toda la pradera en lugar de ser selectivo por lo más palatable. Así, se evita el desperdicio y se hace un mejor aprovechamiento de los pastos.

Mejoramiento de la nutrición animal

Al manejar una mayor concentración de animales en áreas más pequeñas, se reduce la agresividad del pasto dominante, permitiendo que otras especies de plantas puedan reproducirse y enriquecer la pradera. El rumen de las vacas se beneficia de esta diversidad porque proliferan una mayor cantidad de bacterias benéficas.

Igualmente, el mejoramiento del suelo y los pastos tiene una incidencia directa en la nutrición del ganado y por tanto en su productividad.

Reducción de la dependencia de insumos externos

Uno de los costos más significativos en la ganadería tiene que ver con los insumos externos para la fertilización y el sobrealimento para el ganado. A los seis meses de implementación de este sistema, la mejora en los pastos es evidente a simple vista, así como la producción lechera y los ingresos, lo que reduce la dependencia de insumos externos para obtener resultados en la productividad.

¿Cuánto puede ser el ahorro en balanceados y fertilizantes químicos?

El costo promedio del balanceado para el ganado es de \$20 por saco de 40 Kg. En el ejemplo que estamos siguiendo de 34 UBA por hectárea, se utilizarían 34 Kg al día, lo que equivale a \$17 dólares al día ó \$6.205 al año.

Por otro lado, la fertilización química significa aproximadamente \$600 dólares por hectárea por año. Para el caso de estudio que se utiliza en este documento (32 hectáreas), se requeriría \$19.200 dólares al año.

En el largo plazo, la implementación del Pastoreo Racional Voisin permite el manejo ganadero sin la dependencia de estos insumos.



Pasos para la implementación de la práctica

Es importante tomar en cuenta que la especie de pasto predominante en el Noroccidente de Pichincha es el pasto miel (*Setaria sphacelata*), sin embargo, en Guala y Pacto también se observa gran cantidad de la especie *Brachiaria cf. brizantha* y en Calacalí de la especie *Pennisetum clandestinum* conocido comúnmente como Kikuyo. El manejo propuesto se adapta para cualquier tipo de pasto.

A continuación, se presentan textualmente las tres leyes del Pastoreo Racional Voisin que tienen relevancia para esta propuesta (Voisin, 2018):

a) Primera Ley de Voisin - reposo

Para que una hierba cortada por el diente del animal vuelva a su máxima productividad, es necesario que, entre dos cortes a diente sucesivos, haya pasado un tiempo suficiente que permita al pastizal: 1) almacenar en sus raíces las reservas de energía necesarias para un rebrote vigoroso y 2) producir su explosión de crecimiento o su máximo rendimiento diario.

b) Segunda Ley de Voisin – tiempo de ocupación

El tiempo total de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada a diente en el primer día, no sea cortada de nuevo antes de que los animales dejen la parcela.

Si los animales ocupan la parcela por tiempos prolongados, se comerán los rebrotes de las plantas cortadas interfiriendo con su óptima recuperación.

c) Tercera Ley de Voisin – rendimiento regular

Para que la vaca produzca rangos regulares de leche, no debe permanecer más de tres días en una misma parcela. Los mejores rangos los dará si permanece en la parcela solamente un día.



© Ana Carolina Benítez

De estas leyes se desprende que el manejo adecuado es la subdivisión de los potreros. Así, las vacas permanecen en la misma parcela un solo día y el tiempo de recuperación de los potreros es el adecuado. Con base a la experiencia en la finca El Porvenir en Nanegalito, el tiempo necesario de reposo del pasto miel debe ser de 45 a 55 días, lo que aplica también a las otras especies de pasto presentes en el Noroccidente de Pichincha. En esta finca, con la implementación de esta práctica se ha incrementado la capacidad de carga de 1 UBA a 3 UBA por hectárea, en un periodo de tres años.



Para hacer subdivisiones en el potrero, lo más efectivo y económico es el uso de cercas eléctricas móviles. El costo de una cerca eléctrica es relativamente bajo en comparación a los beneficios que se obtienen de su uso. Sin embargo, se requiere un compromiso de trabajo diario y permanente para su correcto manejo.

Esta serie sobre prácticas de ganadería sostenible sigue una lógica secuencial, empezando con la primera práctica relacionada a la zonificación y ordenamiento de la finca ganadera. Para la implementación del Pastoreo Racional Voisin, enfatizado en este segundo módulo, es necesario que se haya hecho previamente la zonificación de la finca, y establecido claramente cuál es el área productiva ganadera y las sub-áreas de: establo, potrero de maternidad, potreros para animales en producción, terneras, vaconas y ganado seco. Además, es necesario conocer las divisiones fijas existentes en la finca y haber determinado la capacidad de carga para poder planificar la rotación de potreros.



Paso 1. Cálculo del tamaño de las parcelas de pastoreo

A partir de la ficha de la finca y los planos realizados para la zonificación (Módulo 1), se identifican todos los potreros que se definieron para el ganado en producción y se suman sus áreas para conocer el área total de pastoreo.

CÁLCULO 7. ÁREA TOTAL DE POTRERO PARA ANIMALES EN PRODUCCIÓN

CÁLCULO	Área potrero 1 (hectáreas)	+	Área potrero 2 (hectáreas)	+	Área potrero 3 (hectáreas)	+	...	=	Área total de potrero para animales en producción (hectáreas)
EJEMPLO	3 hectáreas	+	4 hectáreas	+	2,5 hectáreas	+	...	=	32 hectáreas

A esa área total de potrero para animales en producción, se la divide para el número de días de rotación de acuerdo a la recomendación de descanso de las pasturas. En el caso del pasto miel y los otros pastos del Noroccidente de Pichincha, está entre 45 y 55 días, nunca menos de 40 días. Haciendo este cálculo, sabemos la extensión que puede tener cada parcela para la alimentación diaria, de acuerdo a la extensión disponible de potreros.

CÁLCULO 8. TAMAÑO DE LA PARCELA DE ALIMENTACIÓN DIARIA

CÁLCULO	Área total de potrero para animales en producción (hectáreas)	÷	Días de descanso recomendados para el pasto	=	Tamaño de la parcela de alimentación diaria (hectáreas)
EJEMPLO	32 hectáreas	÷	45	=	0,71 hectáreas

Luego se realiza una comprobación de que el área es suficiente para el número de animales en producción. Para ello, se divide la cantidad de forraje seco aprovechable por hectárea por año para el número de cortes (6) y obtengo la cantidad de forraje seco aprovechable por hectárea por corte. La metodología para calcular el forraje seco aprovechable se detalla en el Módulo 1.



© Ana Carolina Benítez

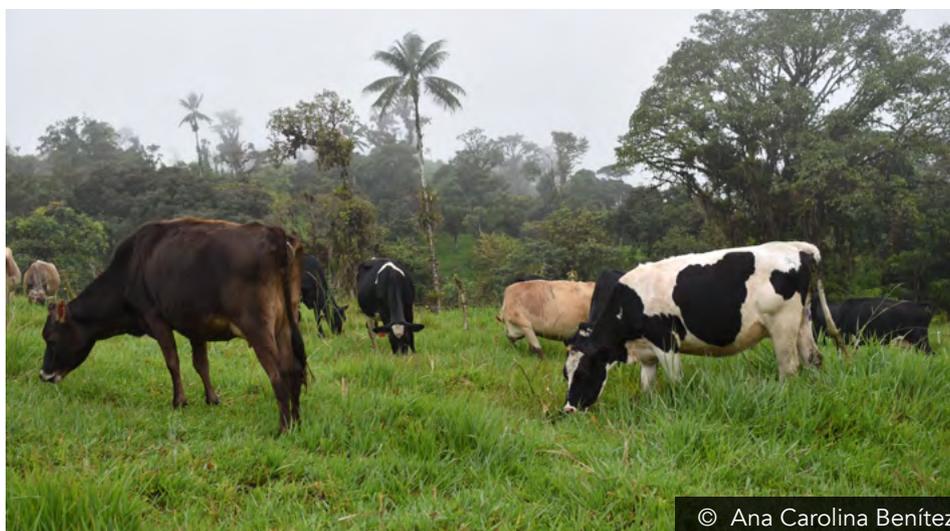
CÁLCULO 9. FORRAJE SECO APROVECHABLE POR HECTÁREA POR CORTE EN Kg

CÁLCULO	Forraje seco aprovechable por hectárea por año en Kg	÷	Número de cortes al año	=	Forraje seco aprovechable por hectárea por corte en Kg
EJEMPLO	7.095,60 Kg	÷	6	=	1.182,6 Kg

A ese forraje se lo multiplica por el área de parcela disponible para la alimentación diaria:

CÁLCULO 10. FORRAJE SECO APROVECHABLE EN LA PARCELA DE ALIMENTACIÓN DIARIA

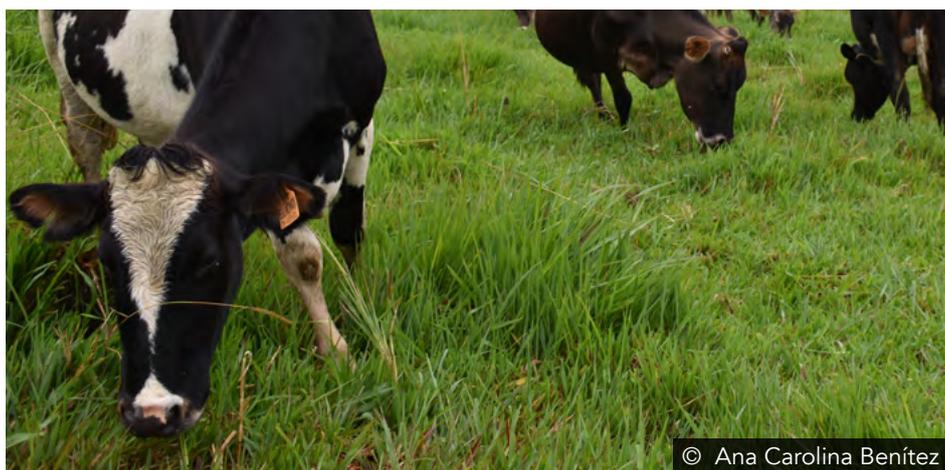
CÁLCULO	Forraje seco aprovechable por hectárea por corte en Kg	÷	Tamaño de la parcela de alimentación diaria (hectáreas)	=	Forraje seco aprovechable en la parcela de alimentación diaria (Kg)
EJEMPLO	1.182,6 Kg	÷	0,71 hectáreas	=	709,56 Kg



Eso se divide para el requerimiento diario de materia seca de una UBA para obtener el número de animales en producción que pueden alimentarse de la parcela:

CÁLCULO 11. NÚMERO DE UBA QUE PUEDEN COMER EN LA PARCELA

CÁLCULO	Forraje seco aprovechable en la parcela de alimentación diaria (Kg)	÷	Requerimiento diario de materia seca de una UBA (Kg)	=	Número de UBAs que pueden comer en la parcela
EJEMPLO	709,56 Kg	÷	18	=	39,42



Con este cálculo se comprueba que existe suficiente alimento en la parcela para el número de animales que se calculó con la capacidad de carga de la finca. Si no fuera suficiente se podrían reducir hasta 40 los días de rotación.

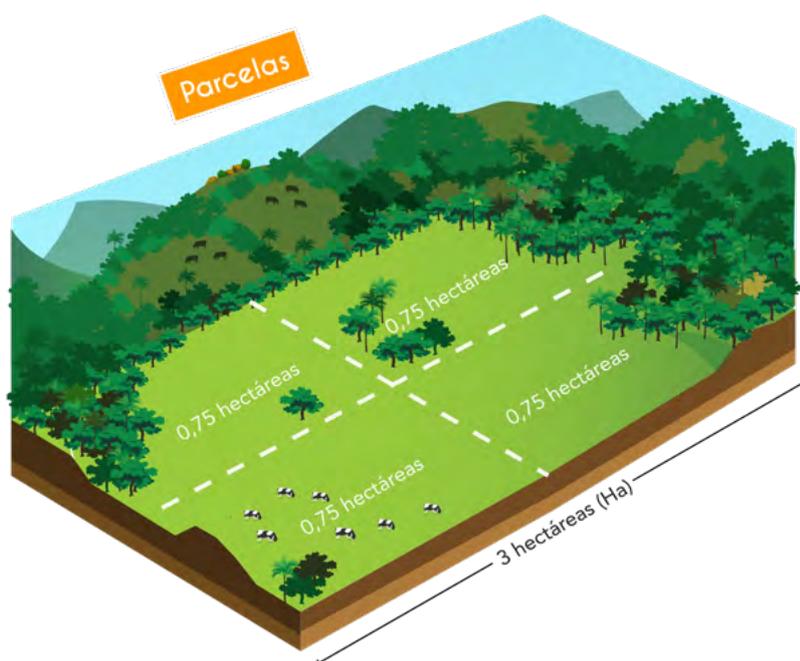
Una vez hecha la comprobación, se revisa la extensión de cada potrero de animales en producción y se divide para el tamaño de la parcela de alimentación diaria, para conocer el número de subdivisiones en cada potrero. Ejemplo:

CÁLCULO 12.

CÁLCULO	Área potrero 1 (hectáreas)	÷	Tamaño de la parcela de alimentación diaria (hectáreas)	=	Número de subdivisiones para el potrero
EJEMPLO	3 hectáreas	÷	0,71 hectáreas	=	4,22

El potrero del ejemplo se dividiría en cuatro parcelas (ver Figura 18).

FIGURA 18. DIVISIÓN DEL POTRERO EN PARCELAS DE ALIMENTACIÓN DIARIA



Finalmente, se elabora el plano de la finca con todas las subdivisiones (ver Figura 19):

FIGURA 19. EJEMPLO DEL CROQUIS DE LA FINCA CON LAS SUBDIVISIONES EN LOS POTREROS



Paso 2. Instalación de las cercas eléctricas



© Ana Carolina Benítez

Para hacer subdivisiones en el potrero, la mejor opción es el uso de cercas eléctricas móviles. Estos sistemas: involucran menores gastos en materiales y mano de obra, son fáciles de instalar, son durables, no producen daños a la piel de los animales y su manejo ayuda a controlar de forma más cercana al ganado.

La cerca debe estar funcionando correctamente cuando los animales ingresen las primeras veces, ya que sobre todo el primer impacto eléctrico, y en menor proporción los siguientes, serán determinantes para su comportamiento en adelante.

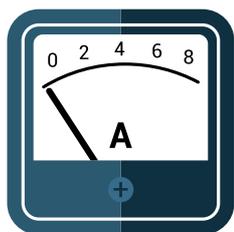
A continuación, se presenta una guía rápida de instalación de cercas eléctricas:

1. Se define el lugar del impulsor y el tipo de fuente de energía

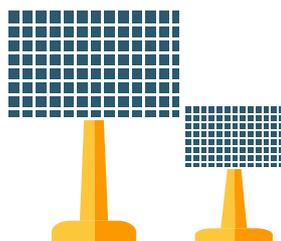
Dependiendo del tipo de energizador (impulsor) que se haya adquirido (ver Figura 20), se escoge el lugar más idóneo para su instalación. Los que necesitan alimentación de la red eléctrica, por lo regular requieren estar en lugares cubiertos sin quedar expuestos al agua, por ejemplo en el establo.

Existen también energizadores solares que se instalan en lugares abiertos como los mismos potreros y que precisan de protección para evitar daños causados por los animales. Por último, se puede utilizar energizadores portátiles que funcionan con pilas o baterías y funcionan bien con los cercos móviles.

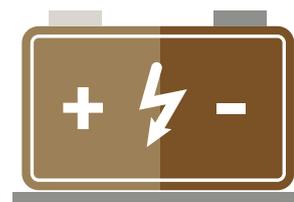
FIGURA 20. TIPOS DE ENERGIZADORES PARA CERCAS ELÉCTRICAS



Energizador eléctrico



Energizador solar



Energizador a batería

Un impulsor con panel solar tiene un valor aproximado de \$400, el de pilas de \$180 y el rollo de alambre de 700 m cuesta cerca de \$70.

2. Se trazan las líneas madre

Las líneas madre o líneas principales son alambres conductores que recorren todo el predio y desde los cuales es posible conectar o desconectar líneas secundarias para electrificar los diferentes potreros de la finca (ver Figura 21). Por lo general siguen el curso de los caminos principales de la finca.

Sobre el plano de la finca, se puede realizar el trazo de las líneas madre, procurando realizar líneas rectas y considerando siempre el ahorro de materiales. Hay que considerar para ello la topografía (cuando es muy inclinada, se requieren más postes para mantener la misma altura de la línea madre), las vías principales y otros caminos internos.

FIGURA 21. LÍNEA MADRE QUE CONECTA CON LÍNEAS SECUNDARIAS A TRAVÉS DE SWITCH CASERO



3. Se trazan las líneas secundarias que se requieran

Las líneas secundarias son alambres conductores que se utilizan por lo regular para subdividir potreros. Se conectan a la línea madre únicamente cuando el ganado esté ocupando esa parcela. Para ello, se puede utilizar un switch o extensiones aisladas para su fácil manejo (ver Figura 22).

FIGURA 22. SWITCH CASERO PARA CONDUCIR LA CORRIENTE DE UNA LÍNEA A OTRA



4. Se tiempla el alambre

De acuerdo a los trazos, se tiempla el alambre con aisladores (ver Figura 23) en los postes a una altura de 80 cm, para vacas en producción. Para vaconas y terneras puede variar entre 40 y 60 cm (ver Figura 24), y en fase de entrenamiento, se aconseja tiemplar dos hilos en el cerco móvil a una distancia entre sí de 25 a 30 cm.

FIGURA 23. TEMPLADO DE ALAMBRE



Por lo regular, en superficies planas los postes se colocan cada 5 m. En superficies irregulares, la distancia entre postes puede variar; lo importante es lograr que la altura desde el suelo sea uniforme.

FIGURA 24. ALTURA DE CERCAS ELÉCTRICAS PARA VACAS, VACONAS Y TERNERAS



5. Se enciende la cerca y se verifica que esté electrificada

Para verificar que la cerca funciona correctamente, se la puede topar con un comprobador de corriente o una ramita para sentir la descarga, pero ya muy reducida (ver Figura 25).

FIGURA 25. COMPROBACIÓN CASERA DE CERCA ELECTRIFICADA



Paso 3. Uso de cercas eléctricas para la implementación del pastoreo racional

Con las líneas madre y secundarias instaladas, ya se puede realizar el pastoreo racional en franjas con un cerco móvil. Se maneja una línea delantera y una trasera que evite que los animales regresen a consumir el rebrote (ver Figura 26)

FIGURA 26. MOVIMIENTO DE CERCAS ELÉCTRICAS PARA EL PASTOREO RACIONAL



En la mañana, después del primer ordeño, entran a la primera mitad de la parcela diaria. En la tarde, después del segundo ordeño, entran a la segunda mitad de la parcela diaria, donde pasan la noche. Esto significa que el cerco es movido dos veces al día y, por tanto, el estado de los animales en el potrero, es controlado también dos veces en el día.

Potreros para el día y potreros para la noche

Dentro de la división de los potreros, se pueden considerar parcelas para el día y parcelas para la noche que midan la mitad de una parcela diaria. Los potreros para el día pueden estar más lejanos del cuidador de los animales y los de la noche más cercanos. El que estén cercanos, facilita la vigilancia de las vacas durante la noche reduciendo el riesgo de robo. Además, el esfuerzo en la mañana para traerlos al ordeño disminuye.

La persona encargada del pastoreo debe ser capacitada para verificar continuamente:

1. Que los potreros a los que ingresan los animales están listos para pastorear

Muchos ganaderos se fijan en la altura del pasto en lugar de considerar el "punto óptimo de reposo", que es cuando la planta ha absorbido y almacenado el máximo de reservas para su raíz (ver Figura 27). En época fría con bajas temperaturas y baja insolación, el pasto (compuesto por plantas gramíneas y leguminosas) nos indica el punto óptimo de reposo cuando las hojas en la base de la planta empiezan a marchitar (ver Figura 28). Hay que ser cuidadosos para identificar que ese fenómeno no se está dando por roya o helada. Cuando es época cálida y hay sol, el punto óptimo de reposo se da en el inicio de la floración para gramíneas y cuando han florecido entre un 30 y 50% de las plantas en el caso de las leguminosas (ver Figura 29).

FIGURA 27. DIFERENCIACIÓN ENTRE UN POTRERO PASTOREADO Y UN POTRERO ESPERANDO EL PUNTO ÓPTIMO DE REPOSO



El punto óptimo de reposo puede variar incluso dentro del mismo potrero.

FIGURA 28. PUNTO ÓPTIMO DE REPOSO EN ÉPOCA FRÍA



Las hojas basales se empiezan a marchitar.

FIGURA 29. PUNTO ÓPTIMO DE REPOSO EN ÉPOCA CÁLIDA



Se notan las espigas jóvenes (30%) que dan cuenta del inicio de la floración.

Este aspecto es muy importante y la persona encargada del pastoreo debe estar capacitada para escoger el potrero que cumpla con esta condición. De esta manera, se consigue la máxima producción por hectárea y se evita que las praderas se agoten.

2. Que las cercas están funcionando correctamente

La cerca eléctrica es fácil de manejar, sin embargo es necesario un constante chequeo de sus componentes para verificar que funcionan adecuadamente. Lo primero es revisar si existen contactos de las líneas (cuando estas topan con ramas o el suelo), ya que esto causa pérdidas de energía y por tanto fallas en el sistema (ver Figura 30). Como se menciona en la página 39, se la puede topar con un comprobador de corriente o una ramita para verificar que funciona correctamente.

FIGURA 30. RETIRO DE RAMAS EN CONTACTO CON LA CERCA ELÉCTRICA



Hay que recordar que el entrenamiento recibido en los primeros días es clave para conseguir que los animales respeten el perímetro que se ha definido con las cercas eléctricas.

3. Que los animales se están alimentando de manera adecuada

Para saber si los animales tienen falta o exceso de pasto se puede evaluar la altura de la hierba que queda luego del pastoreo. Lo óptimo es entre 8 y 10 cm. Si la altura es mayor, significa que había pasto en exceso. Si es menor, que el alimento no era suficiente. Cuando la pradera está correctamente dosificada, los animales están comiendo o acostados rumiando. Si al acercarse, se nota intranquilidad que se expresa también con mugidos, es probable que la cantidad de forraje disponible sea menor a lo adecuado.

En cuanto al pasto, el punto óptimo de reposo que se abordó anteriormente, también incide en el equilibrio entre fibra, proteína y energía del pasto, necesario para evitar problemas de diarrea en las vacas. La persona encargada del pastoreo, debe observar la consistencia de las majadas en el potrero para verificar que no estén demasiado duras ni aguadas y así confirmar la buena digestión de las vacas.

4. Que la producción diaria de leche se mantenga

La producción de leche depende directamente de la alimentación de la vaca. Por esto, la persona encargada del pastoreo debe manejar registros apropiados, que permitan evaluar la calidad de las pasturas en el tiempo y su efecto en la producción de leche. Esto incluye recolección de datos sobre fechas de entrada y salida de cada potrero, número de animales que consumieron del potrero y producción del día (ver Ficha 3).

FICHA 3. ALIMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN DIARIA

Alimentación y producción diaria					
	No. potrero de animales en producción	Fecha entrada	Fecha de salida	UBA que consumieron	Producción diaria de leche lts.
Ejemplo	Potrero 8	21/03/2018	22/03/2018	34	1.200
	Potrero 9	22/03/2018	23/03/2018	34	900
	Potrero 10	23/03/2018	24/03/2018	32	1.100
1					
2					
3					

Evaluando los resultados de producción de leche diaria en el registro del ejemplo, se puede ver fácilmente que el potrero 9 presenta una producción disminuida que se asume está relacionada directamente con falencias en la calidad del pasto. Por lo tanto, se deberá tomar medidas para mejorarlo.

El suelo es la base de la productividad de la actividad ganadera, por lo que los esfuerzos que se hagan para su conservación tienen vital importancia si se quiere tener un sistema de producción sostenible en el tiempo. El sistema de Pastoreo Racional de Voisin que se presentó en este módulo, se direcciona hacia ese objetivo, conservarlo y mejorarlo en base a procesos naturales que no vuelven su fertilidad dependiente de insumos químicos para obtener buenos resultados en la productividad.



Módulo 3. Aprovechamiento del estiércol para la fertilización de la finca



Como se menciona en el Módulo 1 de esta serie, los pastos son cultivos que, como cualquier otro, requieren de fertilización para alcanzar buenos rendimientos. Es común entre los productores del Noroccidente de Pichincha mantener sus potreros sin fertilizar o utilizar eventualmente fertilizantes químicos. Estos insumos, que son costosos y que aparentemente dan buenos resultados, poco a poco destruyen los microorganismos benéficos del suelo, volviéndolo en el largo plazo, incapaz de proveer nutrientes a las plantas por sí mismo. Esto hace que la finca sea cada vez más dependiente de ellos. Además, estos fertilizantes contaminan las fuentes de agua y el suelo de las zonas por donde recorren.

En toda finca ganadera, existe una fuente gratuita de fertilizante orgánico: **el estiércol**. En el módulo anterior se habló de cómo aporta a la fertilidad de los potreros a través de la implementación del Pastoreo Racional de Voisin (PRV). En este módulo se hablará de cómo se puede aprovechar el estiércol que se recoge en el establo para producir un excelente fertilizante orgánico complementario: **el biol**.

El biol se produce a partir de la fermentación (con la ayuda de hongos y bacterias) de la mezcla de estiércol y agua. Para ello, se pueden utilizar implementos sencillos y muy económicos como tanques plásticos de 200 L, o sistemas más complejos como el biodigestor de flujo continuo, que requieren una mayor inversión pero que ahorran mucho trabajo en el largo plazo. La incorporación permanente de biol mejora el suelo porque facilita la reproducción de microorganismos benéficos, encargados de la formación de suelo fértil. Este suelo tendrá mejor estructura, aireación, infiltración y retención de agua y los minerales estarán más asimilables para las plantas, lo que se traduce en mejores pastos para el ganado.

Elaborar fertilizantes a partir de los desechos, hace a la actividad ganadera más sustentable y al mismo tiempo más rentable, pues por un lado mejora continuamente la calidad del suelo y sus funciones, y por otro, reduce la dependencia de costosos insumos externos.

Beneficios del biol

Mejoramiento de la calidad y fertilidad del suelo

La incorporación continua de biol ayuda a restaurar la diversidad de microorganismos del suelo, restituyéndole su estructura y fertilidad, lo cual repercute directamente en la salud del agro-ecosistema y su productividad.

Reducción de focos de infección

El estiércol que no es manejado se acumula cerca de las instalaciones, las viviendas o, peor aún, se descarga en fuentes de agua, contaminándolas. Se trata de un foco de infección donde proliferan los malos olores, las bacterias y las moscas. Para los animales, esto significa reblandecimiento de los cascos, mayor presencia de gusaneras e incremento del conteo de bacterias en la leche, lo que incide incluso en el precio que le pagan por litro al productor.

Fuente de combustible gratuita

Uno de los subproductos del biodigestor es el biogás (metano) que puede ser aprovechado como fuente de energía para la finca. Cabe destacar que el metano es un gas de efecto invernadero 25 veces más perjudicial que el dióxido de carbono. Sin embargo, al usarse como combustible se transforma en dióxido de carbono, reduciendo su efecto y contribuyendo, por lo tanto, a la mitigación del cambio climático.

Autosuficiencia de la finca

La transformación del estiércol en biol reduce la dependencia de la finca a los insumos externos, abaratando los costos de la operación y, por tanto, volviéndola más sostenible para el ganadero.

El biol es un abono orgánico líquido que se produce a partir de la descomposición (en ausencia de oxígeno) de materiales orgánicos tanto de origen animal (estiércol) como vegetal (residuos de cosecha), mezclados con agua. Para su producción, se utiliza un biodigestor que básicamente consiste en un contenedor hermético para evitar la entrada de oxígeno. Al ser el biol elaborado con desechos, tiene las siguientes características ventajosas para la finca:

- a) No tiene mal olor ni atrae a insectos.
- b) En el estiércol fresco existen grandes cantidades de microorganismos que causan enfermedades (patógenos). Al someterse al proceso de fermentación, en el que se eleva la temperatura, varios de estos mueren.
- c) Aporta con un 40% de materia orgánica al suelo y sus nutrientes son fácilmente asimilados por las plantas.
- d) Contiene fitohormonas que mejoran la germinación y la floración, además de fortalecer las raíces de las plantas.
- e) Contiene gran cantidad de microorganismos (bacterias, levaduras, actinomicetes y bacilus) que sintetizan sustancias antibióticas que protegen a las plantas de enfermedades.
- f) Tiene mayor capacidad de fertilización (nitrógeno) que el estiércol fresco y compostado.

Existen varios tipos de biodigestores, el más común en la zona por su bajo costo, es el tanque de plástico de 200 L. Sin embargo, en este módulo se propone la implementación de un sistema de biodigestor de flujo continuo, que es un dispositivo de plástico en forma tubular construido para ser hermético. La principal ventaja de este sistema versus el tanque plástico es la posibilidad de contar con un volumen suficiente del fertilizante para toda la finca durante todo el año, con un esfuerzo menor.

Pasos para la implementación de la práctica

Paso 1. Definición del volumen del biodigestor

Requerimiento diario de biol

En la finca El Porvenir en Nanegalito, Ecuador, se han obtenido excelentes resultados aplicando 1.000 L de biol por hectárea pasando un pastoreo. Considerando seis pastoreos al año, se realizan los cálculos del requerimiento diario de biol:

CÁLCULO 13.

Hectáreas de potrero	x	Requerimiento de biol por hectárea	x	Número de aplicaciones al año	÷	Días del año	=	Requerimiento de producción diaria de biol
32	x	1000 L	x	3	÷	365	=	263 L (0,263 m ³)

Para implementar un biodigestor en la finca, es necesario tener disponibilidad continua de estiércol fresco y agua para diluirlo. Cuando el ganado pasa tiempo en el establo, la recolección del estiércol es rápida y fácil y se realiza después de cada ordeño, durante el lavado del establo. En caso de no contar con establo, habrá que considerar la conveniencia del tiempo y esfuerzo necesarios para recoger el estiércol del potrero.

Lo siguiente es comprobar la disponibilidad de estiércol de la finca para la producción de la cantidad requerida de biol. El biol contendrá tres partes de agua y una de estiércol. Los 263 L de biol del ejercicio anterior necesitan, entonces, de 66 Kg de estiércol.

Un animal adulto produce el 8% de su peso vivo en estiércol cada día, es decir 32 Kg aproximadamente. El 25% de ese estiércol se puede recoger en el establo, es decir 8 Kg por vaca al día. A ese valor se lo multiplica por el número de animales que van al establo diariamente, como se presenta en el ejemplo:

EJEMPLO

Número de animales que van al establo diariamente	x	Estiércol de 1 UBA que se puede recoger en el establo (Kg)	=	Cantidad de estiércol que se puede recoger diariamente del establo (Kg)
34	x	8	=	272

Con este cálculo, se comprueba que la finca El Porvenir cuenta con mucho más estiércol que la cantidad requerida para producir biol. El volumen del biodigestor se relaciona con la cantidad de biol que se desea producir. Si se tiene excedente de estiércol, como en el caso del ejemplo, se podría construir un biodigestor más grande y hacer aplicaciones de hasta 1,500 L por hectárea cada pastoreo. Se puede optar también por comercializar el excedente de biol a otras fincas. En este módulo, se presenta la construcción de un sistema de biodigestor de flujo continuo para la producción mínima de biol requerida en la finca El Porvenir que hemos usado de ejemplo (263 L).

Temperatura y tiempo de retención

La temperatura natural del entorno es determinante para la actividad de las bacterias que fermentan el estiércol. A mayor temperatura, mayor es la actividad de las mismas y, por tanto, menor el tiempo que debe permanecer el estiércol dentro del biodigestor. En el Noroccidente de Pichincha, el rango de temperatura varía entre 10 y 30°C. La Tabla 2 muestra el tiempo que debe permanecer el estiércol en el biodigestor (tiempo de retención) de acuerdo a la temperatura promedio en esta zona:

TABLA 2. TIEMPO DE RETENCIÓN EN EL BIODIGESTOR DE ACUERDO A LA TEMPERATURA

Temperatura °C	Días de Retención
10	87
15	63
20	40
25	34
30	25

Fuente: Diego Avendaño Allen-Perkins, 2010

Si se inicia con el biodigestor vacío, el primer biol saldrá un día después del tiempo estimado en la tabla anterior. Posteriormente, si se carga todos los días, se contará con el fertilizante diariamente.

Cálculo del volumen y dimensiones del biodigestor

El cálculo del volumen del biodigestor va a ser igual a la carga diaria de estiércol diluido con agua (1:3) multiplicado por el número de días que debe permanecer para fermentarse (ver Tabla 2). A esto se le adiciona el espacio que ocupa el biogás que se produce durante el proceso.

La capa gaseosa (biogás) representa un 25% del volumen total y la capa líquida (biol) un 75%. Siguiendo el ejemplo de la finca El Porvenir, se considera que la zona tiene una temperatura de 20°C, lo cual corresponde a 40 días de retención:

CÁLCULO 14.

Volumen de mezcla que entra diariamente al digestor (m ³)	x	Tiempo de retención de acuerdo a la temperatura (días)	=	Volumen líquido del biodigestor (m ³)
0,263	x	40	=	10,52 m ³

Poco a poco empieza a producirse el biogás, que se acumula en la parte superior del biodigestor y que lo va inflando. El volumen del gas se calcula en relación al volumen líquido, con una regla de tres simple.

10,52 m ³	75%	$\frac{10,52 \times 25}{75} = 3,5 \text{ m}^3$
?	25%	

Sumando el volumen de la capa líquida y la capa gaseosa se puede saber el volumen total requerido para el biodigestor:

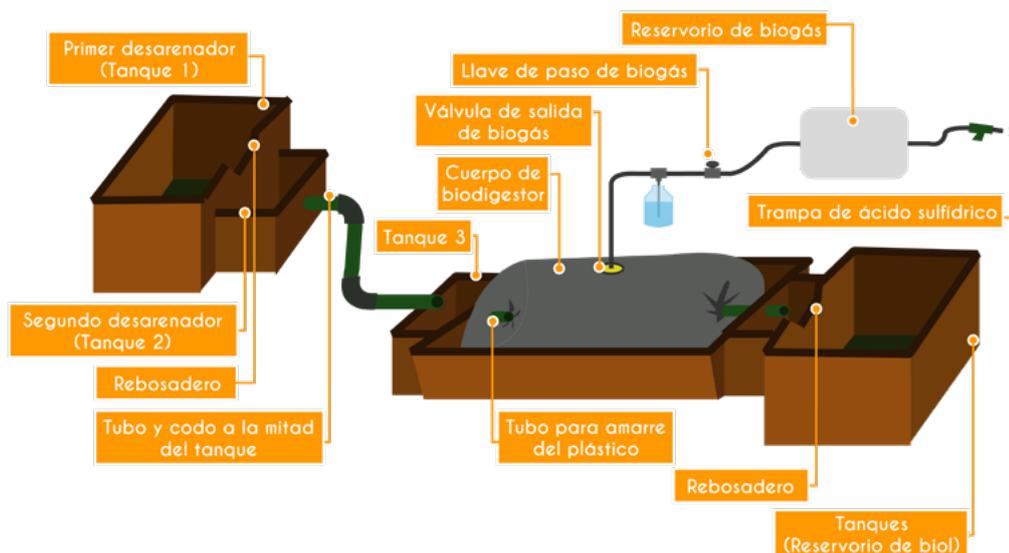
CÁLCULO 15.

Volumen líquido del biodigestor (m ³)	+	Volumen gaseoso del biodigestor (m ³)	=	Volumen total requerido para el biodigestor (m ³)
10,52	+	3,5	=	14,02

En este caso, el volumen requerido del biodigestor es de 14 m³.

Paso 2. Construcción del biodigestor de flujo continuo

FIGURA 31. ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL BIODIGESTOR DE FLUJO CONTINUO



Como se muestra en la ilustración (ver Figura 31), además del biodigestor, el sistema cuenta con cinco tanques de cemento o plástico. El primero recibe el estiércol directamente del establo y sirve también como desarenador. El estiércol pasa al segundo tanque por desborde, en donde se hace la dilución con agua. Ambos tanques están colocados a una altura mayor que los siguientes componentes del sistema para que la mezcla se transporte por gravedad a través de un tubo de 6 pulgadas que los conecta. Luego viene el tercer tanque, que es la entrada al biodigestor. Posterior al biodigestor está un cuarto tanque. Entre estos dos se forma el sello hidráulico que permitirá que el biodigestor sea hermético y pueda darse la fermentación. Del cuarto al quinto tanque el biol pasa por desborde. La función del quinto tanque es ser un reservorio del biol listo para utilizarse. El fertilizante puede almacenarse en ese tanque entre una o máximo dos semanas para que no pierda sus propiedades.

Dimensiones del biodigestor

Las dimensiones del biodigestor dependerán del volumen requerido, lo cual fue calculado en la sección anterior. En el mercado se pueden encontrar rollos de plástico tubular de distintos anchos. La Tabla 3 muestra para cada una de estas opciones del mercado, el cálculo de la sección eficaz (área del círculo) para calcular la longitud necesaria del biodigestor en base a la fórmula del cilindro:

TABLA 3. SECCIÓN EFICAZ DE LOS TIPOS DE ROLLO TUBULAR DE PLÁSTICO

Ancho del rollo (m)	Sección eficaz πr^2 (m ²)
1	0,32
1,25	0,5
1,50	0,72
1,75	0,97
2	1,27

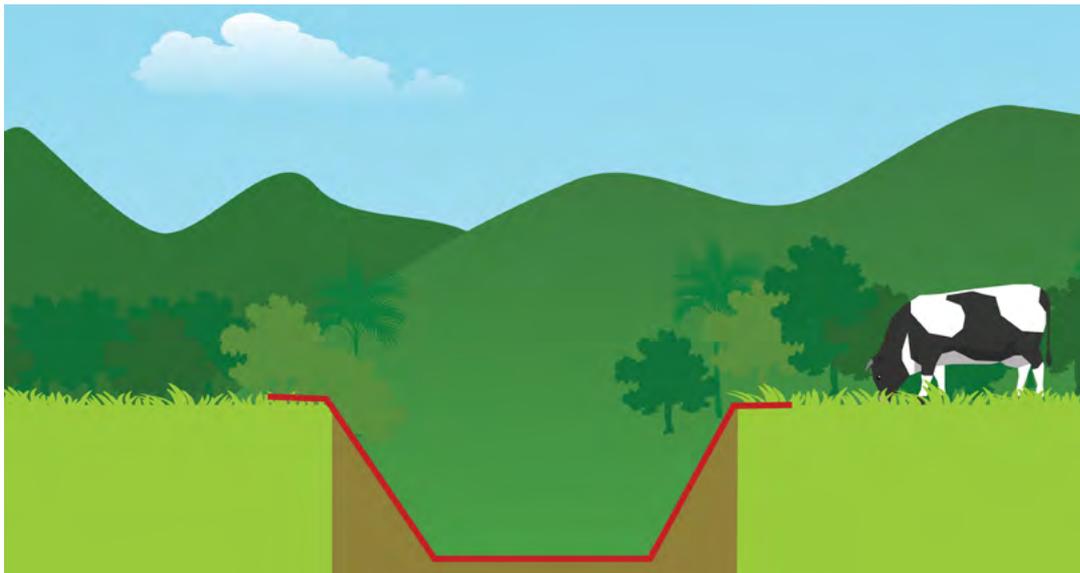
Si seleccionó la opción de plástico de 2 m de ancho, el cálculo sería el siguiente:

CÁLCULO 16.

Volumen del biodigestor (m ³)	÷	Sección eficaz (m ²)	=	Longitud del plástico (m)
14	÷	1,27	=	11

Tamaño de la zanja para el biodigestor

FIGURA 32. ZANJA EN FORMA DE TALUD PARA LA INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR DE FLUJO CONTINUO



El biodigestor debe ir dentro de una zanja en el terreno, en forma de talud (ver Figura 32), para dar soporte a la estructura y mantener la temperatura. Los rayos del sol durante el día calientan el terreno y ese calor se libera a medida que la temperatura ambiente desciende; esto ayuda a mantener una temperatura homogénea en el interior del biodigestor. En zonas con clima frío es necesario construir una cubierta tipo invernadero para aumentar la temperatura y facilitar la fermentación.

La longitud de la zanja se determina en función de la longitud del biodigestor; el resto de dimensiones, es decir, el ancho superior, el ancho inferior y la profundidad de la zanja, se determinan a partir del ancho de tubo empleado (ver Tabla 4):

TABLA 4. DIMENSIONES DE LA ZANJA DE ACUERDO AL ANCHO DEL ROLLO TUBULAR DE PLÁSTICO

Ancho del tubo (m)	Profundidad de la zanja (m)	Ancho superior de la zanja (m)	Ancho inferior de la zanja (m)
1	0,6	0,7	0,6
1,25	0,7	0,9	0,7
1,50	0,8	1	0,9
1,75	0,95	1,25	1
2	1	1,45	1,15

En la Tabla 5 se presentan las características del biodigestor del ejemplo:

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DEL BIODIGESTOR DEL EJEMPLO:

Características del biodigestor del ejemplo	
Carga diaria de estiércol	66 Kg estiércol
Cantidad de agua para la dilución	198 L
Temperatura	20°C
Tiempo de retención	40 días
Producción diaria de biol	263 L

Costos de construcción y duración del biodigestor

En zonas de clima frío será necesario construir una cubierta tipo invernadero para aumentar la temperatura y facilitar la fermentación, lo cual encarece los costos del biodigestor. Considerando este factor, el rango de presupuesto está entre \$1.000 y \$2.500 dólares.

La duración del plástico depende del manejo que se le dé; un buen manejo permite que dure entre 6 y 8 años. Esto significa evitar el acceso de animales (perros, gatos, gallinas, etc.) al área del biodigestor, y proteger el plástico de la caída de ramas, palos u otros objetos que lo puedan dañar.

El proceso de producción de biol en la finca paso a paso

FIGURA 33. PRIMER TAQUE, RECEPCIÓN DE ESTIÉRCOL DEL ESTABLO



En el lavado del establo (sin presencia de detergentes o cloro), luego de cada ordeño, se direcciona el estiércol hacia la caja de recepción (primer tanque) (ver Figura 33). En el segundo tanque se hace la dilución 1 a 3 con agua.

FIGURA 34. TERCER TANQUE, ENTRADA AL BIODIGESTOR



Por gravedad, el estiércol diluido se direcciona al tercer tanque, ubicado a la entrada del biodigestor (ver Figura 34). La mezcla va entrando al biodigestor a medida que se libera espacio.

FIGURA 35. CUERPO DEL BIODIGESTOR EN FUNCIONAMIENTO



La fermentación del estiércol diluido se produce por sí sola dentro del plástico tubular (ver Figura 35), obteniéndose: biol, biosol y biogás.

El biol va saliendo poco a poco al otro extremo del tubo. El biosol se sedimenta dentro del tubo y deberá ser retirado cada cierto tiempo. El biogás desfoga a través de un orificio en la parte superior del tubo (ver Figura 36). El mismo se conecta a una manguera que termina en una "T". A uno de los lados, la "T" se conecta con una manguera que termina en un recipiente con agua que hace sello hermético con el sistema y sirve como válvula de seguridad para evitar que la acumulación de gas haga explotar el tubo plástico. Al otro lado de la "T" está el sistema de almacenamiento de biogás para ser utilizado como fuente de energía.

El biol sale del biodigestor listo para ser utilizado en el cuarto tanque, que se desborda en el quinto donde es almacenado (ver Figura 37).

FIGURA 36. DESFOGUE DE BIOGÁS



FIGURA 37. QUINTO TANQUE, BIOL ALMACENADO LISTO PARA USARSE



El biodigestor de flujo continuo no requiere de mucho esfuerzo para su mantenimiento, sin embargo, cada año se debe descargar la totalidad del contenido para sacar el sedimento acumulado (biosol que también puede ser usado como abono) e iniciar el proceso de llenado nuevamente.

Paso 3. Aplicación del biol en los potreros

Al inicio y cuando la fertilidad del potrero es baja o muy baja, lo ideal es aplicar el biol después de cada pastoreo o cada dos pastoreos. Posteriormente, esta práctica puede ser más espaciada. Cuando un potrero ha recibido suficiente cantidad de biol y, por ende, los microorganismos y los ciclos naturales del suelo se han reactivado, el biol se puede destinar a su uso en cultivos o a ser comercializado para obtener una fuente de ingresos extra. En la finca El Porvenir se utiliza de 1.000 a 1.500 L de biol puro por hectárea, obteniéndose excelentes resultados.

El proceso de aplicación se realiza con una bomba estacionaria que extrae el biol de un tanque de 1.000 L que es arrastrado con un pequeño tractor. Existen otros métodos como bombas de mochila (ver Figura 38), bombas a motor, o simplemente desde un tanque poner el biol directamente con una manguera utilizando la gravedad.

FIGURA 38. APLICACIÓN DE BIOL CON BOMBA DE MOCHILA



Cómo se usan los otros productos del biodigestor

Biogás

El biogás puede ser utilizado como combustible para diferentes aparatos como una cocina o un calefón. Sin embargo, es necesario hacer una adaptación que consiste en una trampa para el ácido sulfhídrico (producto de la fermentación anaeróbica dentro del biodigestor) que es altamente corrosivo.

Se trata de una "Y" de PVC de aproximadamente 45 cm que se rellena con lana de acero. Esto puede costar entre \$30 y \$50 dólares.

Biosol

El biosol, que se lo describe como los "lodos" del biodigestor, es el residuo o sedimento que queda después de un tiempo de haber utilizado el biodigestor. Se trata de un abono similar al compost que mejora el rendimiento de los cultivos, favorece la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua, mejora la porosidad y, por tanto, la aireación del suelo. Además, es un inhibidor de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

Se lo puede aplicar en conjunto con humus o compost en una dosis de 2 a 4 toneladas por hectárea.

Un buen complemento para la fertilización

Un buen complemento para la fertilización con biol y que ha sido probado en la zona, es incorporar una mezcla de 60 qq de gallinaza con 40 qq de polvo de roca por hectárea por año. La gallinaza aporta buenas cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Con la incorporación del polvo de roca se agiliza el proceso de formación de suelo ya que los microorganismos disuelven y hacen asimilables y disponibles un sinnúmero de elementos que intervienen en el crecimiento de las plantas. La incorporación de harina de roca puede transformar áreas áridas o degradadas en fructíferas.

El precio de la gallinaza varía de acuerdo al lugar de producción, sin embargo, el costo aproximado en el Noroccidente de Pichincha es de \$4 dólares la funda de 40 kg (\$276 los 60qq). El precio del polvo de roca es de \$300 los 350 qq (\$34 los 40 qq).

La aplicación recomendada de gallinaza y polvo de roca tiene un costo anual aproximado de \$310 por hectárea. Esta fertilización complementaria se realiza para acelerar el proceso de nutrición del suelo, sobretudo en suelos con poco o nada de contenido de materia orgánica.

Módulo 4. Captación y aprovechamiento de agua en terrenos irregulares

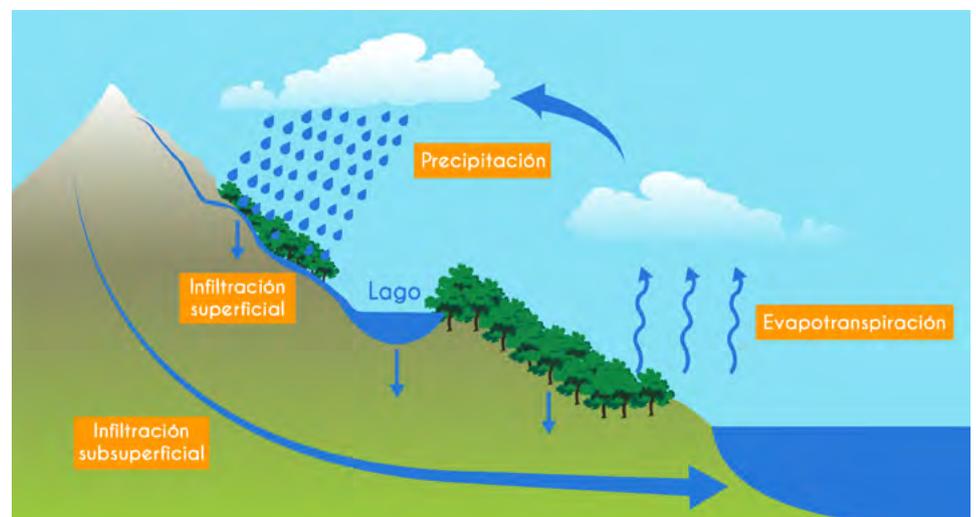
El agua es un recurso limitado imprescindible para la vida y cualquier sistema de producción, tal es el caso de la agricultura y la ganadería. El líquido vital cada día se vuelve más escaso y difícil de obtener. Es por ello que se deben implementar prácticas que permitan aprovechar al máximo este recurso y garantizar la sostenibilidad de la producción.

Las grandes cantidades de agua utilizadas en los sistemas de producción se consumen principalmente por la evapotranspiración, el suelo almacena agua, la vegetación la consume y la atmósfera la extrae del sistema. Esta agua que sale debe ser renovada para mantener el crecimiento y calidad de los cultivos o pasturas (Norero A., 1976).



Para entender lo anterior podemos observar el siguiente gráfico en el que se muestra el ciclo del agua (ver Figura 39): el agua cae sobre la tierra en forma de lluvia en ciertos meses del año, es retenida en el suelo y posteriormente aprovechada por las plantas, una parte regresa al mar a través de los ríos y otra a la atmósfera por evaporación. Este es un ciclo constante y repetitivo, por lo que es importante aprovechar y retener el agua en los meses de lluvia para soportar los meses de verano (Vaquero, R., 2009).

FIGURA 39. CICLO DEL AGUA EN LAS MONTAÑAS



El Noroccidente de Pichincha tiene un periodo prolongado de verano de hasta cinco meses al año (junio a octubre). Por ello, es indispensable aprovechar el excedente de agua de los meses lluviosos (noviembre a mayo) para suplir los requerimientos de agua de los meses secos.

Al no existir árboles y arbustos en los potreros que intercepten la lluvia, el agua se pierde por lixiviación y escorrentía. Adicional a eso, la falta de protección del suelo causa un daño mecánico importante, ocasionando pérdida de suelo y nutrientes por erosión. En el caso de los potreros, el suelo se mantiene compactado por el pisoteo, impidiendo que el agua se pueda infiltrar. Esto ocasiona que se mueva rápidamente sobre la superficie hacia las partes bajas del terreno provocando pérdidas considerables de suelo por erosión laminar.

Lixiviación y escorrentía

La lixiviación sucede cuando el agua pasa a través del suelo (de forma vertical) disolviendo y arrastrando nutrientes valiosos de la capa superficial.

La escorrentía sucede cuando el agua se desliza rápidamente sobre la superficie del suelo (de manera horizontal) llevándose partículas del mismo, es decir, erosionándolo.

Por lo anterior, se recomienda la implementación de estrategias que eviten la pérdida de suelo, nutrientes y agua. En terrenos con mucha pendiente se puede invertir en acequias y cortes de infiltración; ambos métodos se deben realizar mediante curvas de nivel.

Las acequias y cortes de infiltración son técnicas del Sistema Keyline para el desarrollo de granjas sustentables, desarrollado por el australiano (P.A. Yeomans., 1954), el cual busca maximizar el uso de los recursos hídricos en una finca.

Las curvas de nivel son líneas que se trazan en sentido perpendicular a la pendiente, utilizando puntos que están a la misma altura o "a nivel". Dichas líneas siguen paralelas, no se bifurcan ni se cruzan entre sí. Se requiere un mayor número a medida que el ángulo de la pendiente aumenta.

Sirven para construir surcos o hileras que, por estar alineados al mismo nivel, se oponen al paso del agua, reteniéndola por más tiempo para aumentar la infiltración y evitar el arrastre de suelo fértil (ver Figura 40).

FIGURA 40. CURVAS DE NIVEL EN LOS POTREROS



P.A. Yeomans. 1954. The Keyline Plan (en línea). Published by P.A. Yeomans. 537 Elizabeth Street, Sydney, Australia. Consultado el 19 de Octubre del 2018. Disponible en WWW: <https://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010125yeomans/010125toc.html>

Acequia

Una acequia es una zanja de 30 a 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad que se elabora con un azadón y sirve para romper la velocidad del agua cuando baja por la pendiente y para conducirla por el potrero (ver Figura 41).

FIGURA 41. ACEQUIA EN EL POTRERO



Corte de infiltración

Un corte de infiltración es un canal delgado de 2 cm de ancho y 40 cm de profundidad, que se elabora con un subsolador y sirve para infiltrar el agua al suelo. Ambos deben seguir las curvas de nivel naturales para captar el agua, evitando la escorrentía y erosión del suelo (ver Figura 42).

La infiltración del agua provocada por las zanjas y cortes, incrementa la humedad del suelo y reduce la evaporación. La humedad en el suelo favorece la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo, dando como resultado un suelo de mejor calidad para las plantas.

FIGURA 42. POTRERO CON CORTES DE INFILTRACIÓN



Beneficios de acequias y cortes

Mejoramiento de la infiltración del agua en el suelo

La degradación y compactación del suelo se traduce en poca infiltración de la lluvia. Sobre todo en la época lluviosa, el agua se escurre sobre el pasto como si estuviera cubierto con un plástico, incrementando el proceso erosivo. Las acequias y cortes permiten que el agua se infiltre en la cantidad y profundidad suficiente para humedecer el suelo y retener el agua en su interior.

Mejoramiento de la calidad del suelo

Además de mejorar la infiltración del agua, las acequias y cortes permiten la aireación del suelo por lo regular compactado por años a causa de las actividades de ganadería. Estos dos efectos combinados, producen la proliferación de organismos benéficos que aportan a mejorar su estructura y fertilidad.

Disponibilidad de agua en épocas secas

Con las acequias y cortes, el agua llega a capas más internas del suelo, donde se forman micro-reservorios en los que puede permanecer largos periodos de tiempo. Los mismos pueden proveer de agua a los pastizales durante las épocas secas.

Reducción del encharcamiento

En épocas muy lluviosas, las acequias y cortes pueden actuar como drenes en las partes más planas de los potreros, evitando el encharcamiento y, por tanto, la formación de lodo. El lodo tiene un efecto negativo en la calidad de la leche ya que por el roce con las ubres, tiende a incrementar el conteo de bacterias. También puede causar enfermedades en los cascos de las vacas como el panadizo, lo que dificulta su movilización y llega a incidir en la productividad.

Estimulación del crecimiento de las raíces

Los micro-reservorios de agua (capa freática) que se forman en niveles más profundos del suelo estimulan el crecimiento de las raíces. Mejores raíces significan mayor productividad de los cultivos.

Mejoramiento de la productividad y estabilidad de la producción

Mejores suelos y mayor disponibilidad de agua en épocas secas, inciden directamente en el mejoramiento y la estabilidad de la productividad.

Pasos para la implementación de la práctica

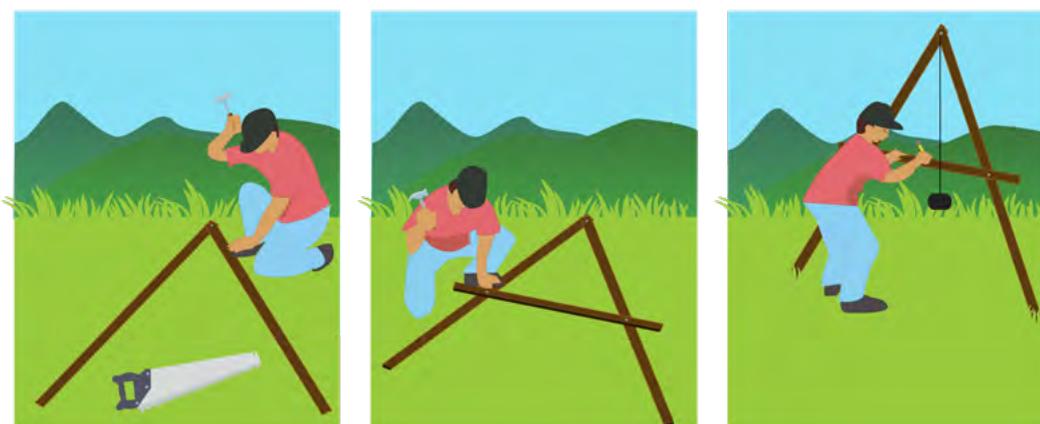
La mejor temporada para realizar esta práctica es cuatro semanas antes de iniciar la temporada lluviosa, es decir en el mes de octubre. La práctica comienza con la definición de las curvas de nivel para luego roturar la tierra para hacer los cortes de infiltración y por último, trabajar las acequias.

Paso 1. Definición de las curvas de nivel

Para definir las curvas de nivel se puede utilizar un instrumento de muy fácil construcción, en base a materiales que se encuentran en la finca, llamado nivel "A" o agro-nivel.

Está formado por tres reglas que se aseguran en forma de "A" y una plomada (piola colgada al extremo superior con un peso en el extremo inferior, puede ser una piedra). Se construye clavando dos varas de madera de 2 m y una vara de 1 m para el travesaño con clavos de 4 pulgadas. Después, se coloca una piola de 2 m a la que se amarra una piedra o plomada de aproximadamente media libra. Se marca el punto por donde pasa la plomada cuando las dos patas están al mismo nivel, lo que debería coincidir con el centro exacto en el travesaño (ver Figura 43).

FIGURA 43. CONSTRUCCIÓN DEL AGRONIVEL

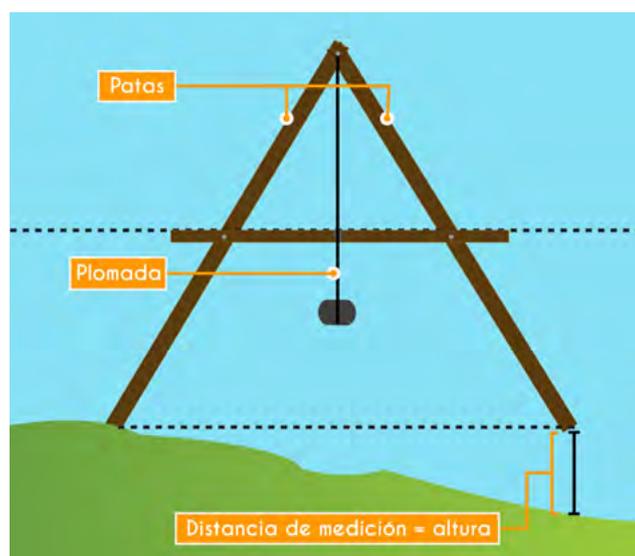


Con el nivel "A" o agro-nivel se marcan en campo las curvas y utilizando estacas, los puntos con los que se formará cada curva de nivel. Pero antes de hacerlo, se debe determinar el porcentaje de pendiente del terreno para saber las distancias a las que se deben hacer las curvas de nivel.

Para que las actividades agrícolas sean productivas y el suelo no se degrade demasiado, el porcentaje de pendiente del terreno no debe superar el 40%.

Para calcular el porcentaje de pendiente, se coloca una de las patas del nivel "A" o agro-nivel en cualquier punto del terreno y se gira para que la otra pata vaya a favor de la pendiente. Con la plomada en el centro, se mide y se registra la distancia entre la segunda pata y el terreno (ver Figura 44). Se eligen al menos otros cuatro puntos del terreno al azar, se hacen las mediciones siguiendo el mismo método y se registran (ver Ficha 4).

FIGURA 44. MÉTODO DE MEDICIÓN DEL PORCENTAJE DE PENDIENTE USANDO EL AGRO-NIVEL



Ejemplo:

FICHA 4. REGISTRO DE ALTURAS CON EL AGRO-NIVEL PARA CÁLCULO DE PORCENTAJE DE PENDIENTE

Punto	Altura
1	1m
2	0,3m
3	0,2m
4	0,6m
5	0,4m

Se calcula el promedio sumando todas las mediciones y dividiendo el resultado por el número de mediciones realizadas:

CÁLCULO 17.

Suma de todas las mediciones (m)	÷	Número de mediciones realizadas	=	Promedio altura (m)
1+0,3+0,2+0,6+0,4 = 2,5	÷	5	=	0,5

Luego, para determinar el porcentaje de pendiente, ese resultado se divide para 2 y se multiplica por 100:

$$\% \text{ Pendiente} = \frac{0,5 \times 100}{2} = 25\%$$

Una vez determinado el porcentaje de pendiente del terreno, se aplica la Tabla 6 para calcular el intervalo entre curvas de nivel:

TABLA 6. INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE PENDIENTE

Pendiente (%)	Intervalo (m)	Pendiente (%)	Intervalo (m)
2	30	25	12
5	28	30	10
8	24	35	8
10	20	40	6
14	18	45	4
14	18	45	4
16	16	45-60	terrazas
20	14		Individuales continuas

Fuente: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2004).

En este ejemplo, de acuerdo a la Tabla 6 se determina que las curvas deben realizarse cada 12 m. El siguiente paso es trazar la línea de dirección de la pendiente. Para ello, se identifica el punto más alto del terreno y se clava una estaca. De ahí, se traza una línea recta (se puede utilizar una piola) hasta el punto más bajo en el terreno, en donde se clava otra estaca. Esa línea se denomina línea madre. Sobre ella, se clavan las estacas que señalan el lugar en donde empieza cada curva de nivel (ver Figura 45).

FIGURA 45. EJEMPLO DE DISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE PENDIENTE

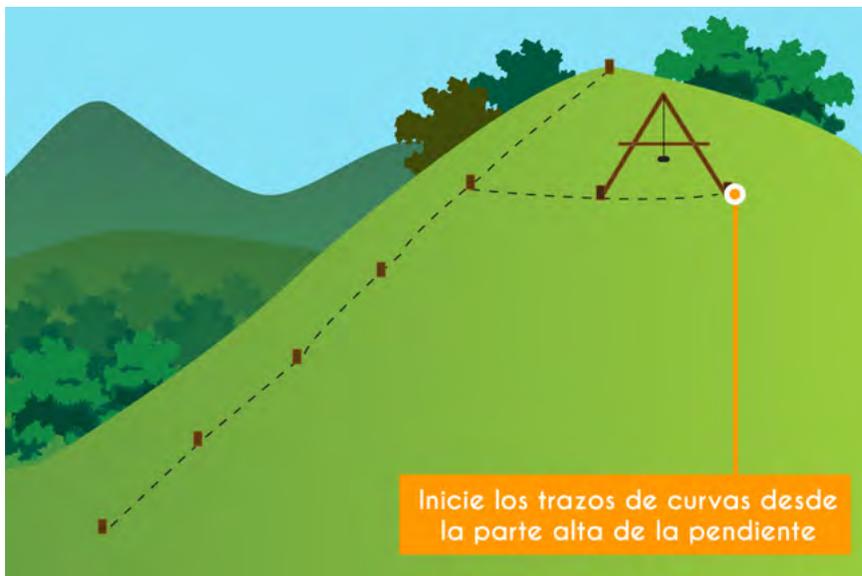


Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2004). Manual de trazado de curvas a nivel. Managua. INTA en WWW: http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/2004-manual-curvas-de-nivel

Se parte de cada estaca para definir los puntos de trazo de las curvas de nivel. Se fija una pata en la estaca de la línea madre y se busca el nivel moviendo la otra pata para abajo o para arriba. Cuando la plomada está en el centro, es decir con las dos patas a la misma altura, se clava una estaca en el lugar de la pata movida. Si se quiere avanzar con más rapidez en el trazado de las curvas, se puede utilizar un nivel de gota en el travesaño del nivel A, en lugar de la plomada.

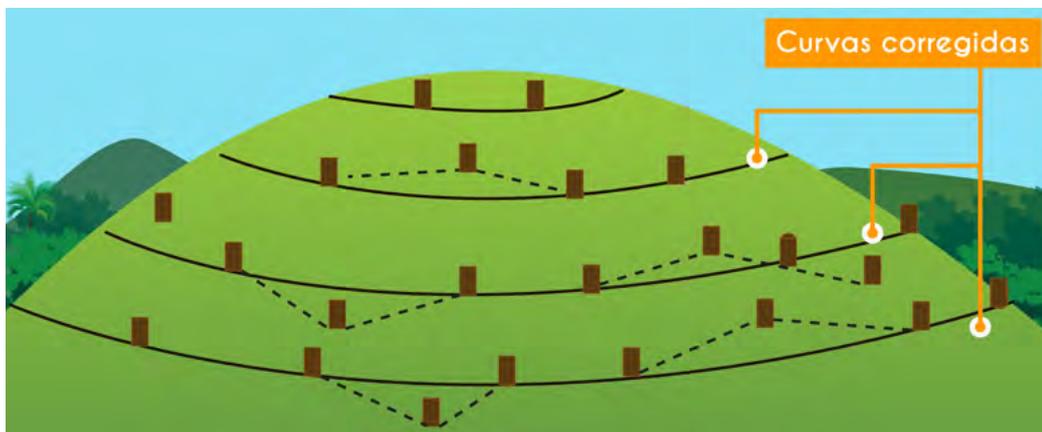
Se sigue de la misma manera, ubicando una pata del aparato en la base de la última estaca clavada, buscando el nivel de la otra y así hasta llegar al extremo del área en la que se está trabajando. Posteriormente, se trabaja la siguiente curva desde la próxima estaca (más abajo) de la línea madre (ver Figura 46).

FIGURA 46. MÉTODO PARA EL TRAZO DE CURVAS DE NIVEL UTILIZANDO EL AGRO-NIVEL



Cuando ya se tienen las estacas sembradas, se procede a suavizar las curvas que a veces quedan muy triangulares, ya que el agua puede acumularse en las esquinas (ver Figura 47).

FIGURA 47. MÉTODO PARA SUAVIZAR CURVAS DE NIVEL



Para marcar el trazo, también se puede utilizar un encalador. Se trata de un bote perforado como cernidor en donde se coloca la cal para que vaya cayendo y marcando el terreno (ver Figura 48).

FIGURA 48. ENCALADOR PARA EL MARCADO DE CURVAS DE NIVEL



Paso 2. Implementación de zanjas y cortes de infiltración

Una vez trazadas, se sigue la dirección de las curvas de nivel para realizar las acequias y cortes de infiltración. Primero se realizan los cortes en todo el terreno, con una separación entre sí de 60 cm. Para esto, se utiliza un subsolador o aireador que puede ser tirado por un tractor o una yunta. Con el tractor, se sigue la línea de la curva de nivel con la llanta delantera y el implemento va rasgando el terreno hasta conseguir los cortes en toda la superficie. Al trabajar con la yunta, uno de los bueyes debe pasar por la línea de las curvas de nivel, ayudándose visualmente con las estacas clavadas en el potrero.

FIGURA 49. IMPLEMENTACIÓN DE CORTES DE INFILTRACIÓN CON TRACTOR Y SUBSOLADOR



El costo de alquiler de un tractor está entre \$15 y \$20 dólares por hora. El tiempo por hectárea para la realización de los cortes de infiltración es de 4 a 6 horas.

Es recomendable repetir este procedimiento cada año para preservar las características y funcionalidad de los cortes. Para su mantenimiento, es necesario también retirar continuamente con machete o azadón las ramas, hojas o incluso raíces de pasto que obstaculizan el paso fluido del agua.

Módulo 5. Sistemas silvopastoriles

Actualmente, muchos de los pastizales del Noroccidente de Pichincha presentan niveles de degradación, que varían de leves a moderados y extremos. Algunos de los motivos son: el sobrepastoreo que no permite al pasto regenerarse de forma adecuada, la compactación de los suelos por el pisoteo, la utilización de potreros en pendientes pronunciadas, el uso inadecuado de agroquímicos, y la escasez de vegetación arbórea en los pastizales y en sus alrededores. Este último aspecto tiene un impacto negativo importante en la calidad del pasto, lo que influye a su vez en la producción lechera. La creencia de que los potreros deben estar desprovistos de árboles ha provocado la tala a ras de grandes extensiones de bosque, afectando también los servicios ecosistémicos que sustentan la actividad productiva y el bienestar de las poblaciones humanas.



Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción en la que se combinan árboles y arbustos para que interactúen con las pasturas bajo un manejo integral, con el fin de que estas interacciones brinden beneficios económicos, sociales y ambientales a los finqueros. Son una alternativa importante, pues no solamente contribuyen a revertir los impactos negativos de las prácticas convencionales en la finca y en el entorno, sino que también mejoran el desempeño de la actividad ganadera, generando mayor productividad. La mejora en desempeño se puede atribuir a un incremento en bienestar animal debido a la sombra, así como al contenido nutricional que pueden proveer algunos árboles y arbustos. Además, al implementar estos sistemas se restaura el pastizal degradado, al incrementar el aporte de materia orgánica y la capacidad del suelo de retener humedad.

Las mejoras en el pastizal permiten liberar otras áreas, como potreros demasiado inclinados o áreas cercanas a las fuentes de agua, para ser restauradas.

En el cuadro a continuación se presentan algunos de los beneficios más representativos que se obtienen de la implementación y manejo correcto de los sistemas silvopastoriles.

Beneficios de los sistemas silvopastoriles

Mejoramiento de la estructura y fertilidad del suelo

Los árboles aportan materia orgánica al suelo como producto de la descomposición de sus hojas, lo que mejora la fertilidad del suelo. Algunas especies, llamadas leguminosas, tienen bacterias del género *Rhizobium* en sus raíces, que fijan el nitrógeno de la atmósfera y lo hacen disponible para los pastos, mejorando su calidad. Además, el sistema radicular de los árboles se extiende profundamente hacia el subsuelo, permitiendo aumentar el área para infiltrar y captar agua y nutrientes, y sostener el suelo evitando la erosión. Por último, los árboles disminuyen los efectos directos del sol, el agua y el viento en el suelo, actuando como interceptores.

Regulación de temperatura

La vaca lechera es particularmente sensible al clima cálido. Para estos animales, la principal estrategia para aminorar el calor corporal es la rebaja voluntaria del consumo de materia seca. La merma en la ingesta de alimento llega hasta un 25% con la consecuente reducción de la producción de leche. Los árboles son reguladores del clima porque evitan el reflejo directo de los rayos solares en el suelo, formando un microclima más adecuado para los animales. Además, dan sombra y actúan como refugio.

Mejoramiento en la nutrición

Por lo regular, los potreros de la región son un monocultivo, es decir, están compuestos por una sola especie de pasto. La sombra de los árboles permite el crecimiento de otras especies herbáceas que enriquecen la dieta, al igual que el ramoneo del follaje de los árboles que aporta proteína. Esto reduce la necesidad de suplementación con balanceados costosos.

Protección contra el viento

En lugares muy ventosos los árboles actúan como una barrera protectora, impidiendo el paso brusco del viento que causa erosión y daños a la vegetación, además de estrés en los animales, lo que afecta su metabolismo.

Captación e infiltración del agua

Las hojas de los árboles captan el agua suspendida en la neblina y las nubes. Además, las raíces actúan como infiltradoras de agua en el suelo y favorecen la porosidad, aumentando la capacidad de almacenamiento. Esto permite una mayor disponibilidad del recurso en épocas secas.

Almacenamiento de carbono

Los árboles tienen un gran potencial de almacenamiento de carbono, por lo que evitan que este se libere a la atmósfera. Contribuyen así a reducir los impactos del cambio climático que constituye una amenaza para la estabilidad de la actividad productiva de una finca.

Incremento de la biodiversidad

La biodiversidad, entendida como la variedad de organismos vivos que habitan la finca, se incrementa. No solamente por la presencia de las nuevas especies arbóreas, sino también por las especies animales que son atraídas por esta vegetación, principalmente aves e insectos. Una mayor diversidad representa más oportunidades para la polinización, la conectividad del paisaje, la resistencia a plagas y una mejor respuesta de la finca frente a cambios extremos del clima (p.ej. inundaciones o sequías). Presenta además una oportunidad de aprovechamiento adicional de recursos derivados, como nutrientes para el ganado, frutos, madera, resinas, entre otros.

Para el diseño adecuado de un sistema silvopastoril se deben tomar en cuenta varios aspectos como: especies a incluir, funciones de cada especie, relaciones con el pasto y con otras especies, utilidad para la finca, densidad de siembra y estrategia para la supervivencia de las especies sembradas en presencia del ganado.

Tipos de sistemas silvopastoriles

- 🍃 *Bancos de arbustivas forrajeras*
- 🍃 *Cercas vivas con especies leñosas (arbóreas y arbustivas)*
- 🍃 *Árboles dispersos en potreros*
- 🍃 *Pastoreo en plantaciones con árboles maderables o frutales*
- 🍃 *Cortinas rompevientos*
- 🍃 *Barreras vivas con árboles*

Tipos de sistemas silvopastoriles. Fuente: PROSEGAN (2018).

Los pasos que se presentan a continuación son aplicables para todos los sistemas silvopastoriles descritos en este documento, excepto para los bancos forrajeros ya que las especies que se utilizan son arbustivas o arbóreas, de porte bajo con un manejo de poda constante, no siendo su función la generación de sombra; además existen una alta variedad de metodologías de siembra para este sistema en particular. En la sección específica de bancos forrajeros se presentará esta información con mayor detalle.

A continuación se presentan los pasos para la implementación de los sistemas compuestos por árboles:

Pasos para la implementación de la práctica

Paso 1. Selección del tipo de sistema y el sitio de implementación

El primer paso a realizar es la selección del tipo de sistema silvopastoril que se desea implementar en la finca, teniendo en cuenta los beneficios que se quieren obtener y el requerimiento de recursos necesarios. El finquero deberá seleccionar aquellos que más se adecúan a sus necesidades, tomando en cuenta los aspectos que se presentan a continuación para cada tipo de sistema.

Una vez seleccionado el tipo de sistema, el finquero debe definir el área en la que va a implementar esta práctica e identificar las características de la zona (terreno quebrado, plano, zona ribereña para reforestar, cambiar cercos muertos por cercas vivas, entre otros).

Paso 2. Selección de especies



© Alex Calles

PROSEGAN (Productos y Servicios Ganaderos). 2018. Diseño de Sistemas Silvopastoriles (en línea). Consultado 05-10-2018. WWW: <http://jairoserrano.com/2017/01/diseño-de-sistemas-silvopastoriles/>

La selección de las especies a utilizar en los sistemas silvopastoriles depende del interés del productor. A continuación, se presentan algunas consideraciones (Escobal-Garay, Aníbal, 2007):

- Lo primero es conocer las especies de árboles nativos que puedan tener un desarrollo óptimo en el sitio, para posteriormente identificar un vivero donde cuenten con semillas o plántulas de buena genética. Para esto, se debe realizar una selección buscando vigor y que no existan torceduras originadas por mal trasplante (cuello de ganso) (ver Figuras 50 y 51). En las secciones siguientes se presentan algunas especies recomendadas para el Noroccidente de Pichincha, para cada sistema silvopastoril. Existen en la zona varios viveros en donde se puede conseguir estas especies o se pueden establecer viveros en la propia finca;

FIGURA 50. PLANTA EN VIVERO CON CUELLO DE GANSO



FIGURA 51. PLANTA RECTA Y VIGOROSA



- En el caso de los árboles para sombra, estos deben ser altos de manera que no compitan con el pasto por luz para su crecimiento;
- Se debe optar por especies de árboles leguminosos que aporten a la fertilidad del suelo y brinden sombra;
- Especies leguminosas arbustivas pueden ser utilizadas como forrajes para suplementar la alimentación del ganado y obtener estacas para cercas vivas;
- Las especies de árboles frutales proveen sombra y alimento para el consumo o la venta;
- En la medida de lo posible, se debe optar por especies de árboles nativos locales que incrementen biodiversidad al ser refugio y alimento para aves. Sin embargo, existen varias especies exóticas que pueden cumplir también con esta función;
- Se puede optar por árboles para la obtención de leña.

Paso 3. Implementación del sistema

1. Densidad

FIGURA 52. CANTIDAD ADECUADA DE SOMBRA



Como lo indica Escobal-Garay (2007), no existe una receta en cuanto al número de árboles por hectárea. Esto puede depender de una serie de factores, entre estos:

- Las características de los árboles seleccionados, que incluyen vigor, tamaño, forma y altura de la copa, y tamaño del tronco. Aquellos árboles de tronco recto son los que se deben utilizar.
- La cantidad de sombra que genera el árbol (ver Figura 52). En este sentido, es recomendable seleccionar los árboles más altos y de copa mediana (no muy grande) para evitar que todos los animales se concentren debajo de él en la hora de mayor intensidad de sol, lo que ocasionaría un pisoteo excesivo del área.
- La distancia de siembra, que se recomienda que sea entre 15 y 20 m entre árboles. Sin embargo, puede ser mayor si se desea realizar un raleo para aprovechar algunos de los árboles, reduciendo así el número total de árboles y abriendo mayor espacio para el ingreso de luz.

2. Siembra

FIGURA 53. PROCESO DE SIEMBRA



- La mejor época para la siembra de los árboles es justo antes de iniciar la temporada de lluvias.
- El proceso de siembra consiste en cavar agujeros profundos, de al menos unos 40-50 cm para que las raíces puedan profundizar libremente, y colocar un puñado de materia orgánica con una capa posterior de 20 cm de tierra (ver Figura 53).
- Después de la siembra, se deben cercar los árboles para protegerlos del pisoteo o evitar que el ganado los coma (ver Figura 54). Si no es posible cercar los árboles, lo deseable es evitar ocupar el área por un periodo de por lo menos 4-5 meses, o hasta que los árboles tengan la altura suficiente para evitar ser comidos por el ganado.

FIGURA 54. CERCADO DE ÁRBOL EN CRECIMIENTO EN EL POTRERO



Paso 4. Manejo

FIGURA 55. CORTE Y REMPLAZO DE ÁRBOLES ENFERMOS



En un sistema silvopastoril es necesario realizar actividades de manejo de los árboles que permitan el correcto desarrollo e interacción árbol-pasto. Estas actividades de manejo son principalmente:

- La **re-siembra**, para lo cual se debe recorrer el sitio periódicamente buscando árboles muertos, los cuales deben ser reemplazados (ver Figura 55).
- El **proceso de saneamiento** consiste en esperar aproximadamente 4-5 meses a partir del establecimiento del sistema, y remover lianas, bejucos y rebrotes que se presenten en la parte baja de los árboles, además de las malezas que no permitan su óptimo crecimiento
- El **raleo** consiste en reducir el número de árboles en casos en que la densidad de la sombra afecte negativamente el crecimiento del pasto y para su aprovechamiento. Debe ser realizado cuidadosamente para no dañar al resto de los árboles. Las ramas procedentes del raleo se pueden aprovechar para obtención de madera o también se pueden triturar conjuntamente con sus hojas y servir para elaboración de fertilizantes como bocashi y compost.
- La **poda** permite que el árbol crezca en un solo eje y de forma más acelerada y vigorosa. La poda debe realizarse cuando los árboles se encuentren de mayor tamaño. El tronco fuerte se debe podar eliminando las ramas inferiores para incentivar el crecimiento en altura.

Características, ventajas y desventajas de la implementación de algunos sistemas silvopastoriles en el Noroccidente de Pichincha:

Bancos forrajeros

FIGURA 56. BANCO FORRAJERO CON GIRASOL DE CAMPO



Existen especies de árboles y arbustos de alto valor nutritivo para las vacas que pueden cultivarse en bloques compactos a altas densidades, para corte y suplementación de la alimentación de los animales (ver Figura 56). Si el forraje de la especie utilizada contiene más del 15% de proteína cruda, el sistema se denomina **banco forrajero de proteína**; si además presenta altos niveles de energía digerible, recibe el nombre de **banco forrajero energético-proteínico**; por último, si el aporte es en energía y no contiene un porcentaje considerable de proteína se llama **banco forrajero energético**.

Las especies forrajeras recomendadas para implementar bancos forrajeros en el Noroccidente de Pichincha y sus beneficios nutritivos, se detallan en la Tabla 7:

TABLA 7. ESPECIES PARA BANCOS FORRAJEROS

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Mata ratón, yuca ratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Proteína
Girasol de campo	<i>Tithonia diversifolia</i>	Proteína
Maíz/choclo	<i>Zea mays</i>	Fibra, proteína
Nacedero	<i>Trinchantera gigantea</i>	Proteína
Morera	<i>Morus alba</i>	Proteína
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	Energía y fibra

El banco forrajero permite el cultivo de especies valiosas sin tener que asociarlas directamente al potrero, donde tendrán un crecimiento menos satisfactorio por la competencia con el pasto. Además, se las puede cosechar en el tiempo óptimo para ser suministradas a los animales.

Otra alternativa viable es sembrar parches de plantas forrajeras en los potreros y dejar que los animales “ramoneen”, es decir, que cosechen directamente a su gusto tomando en cuenta que luego de que los animales dejen el potrero, se debe aplicar abono orgánico generado dentro de la misma finca para facilitar su recuperación. Los bancos forrajeros, además de cumplir la función de suplementar la alimentación del ganado a diario y aportar en la mejora de la nutrición, aseguran la provisión de alimento para épocas difíciles en las cuales la producción de los pastos se reduce debido principalmente a lluvias o sequías extremas.



@ Nicolas Dávalos

El ensilaje (silo tipo pastel)

Es una técnica práctica y con un bajo costo de producción, a través de la cual se cosecha el forraje en fresco y se conserva para utilización a largo plazo. Consta de dos pasos:

- 🐾 **Cosecha y picado:** se cosecha el forraje en estado fresco asegurando que contenga humedad para que facilite la fermentación. Y posteriormente se pica lo más pequeño posible (2-5 cm) y se agrega una pequeña cantidad de melaza para que el sabor sea más agradable para el ganado y como fuente de energía.

Acomodado y sellado: el próximo paso es colocar el forraje en capas en una superficie con cierta pendiente para permitir que drene la humedad. Se recomiendan 20 cm de espesor por capa y se va compactando para remover el aire. El tamaño de la cama va a depender principalmente del espacio del área destinada y del tamaño de plástico que se pueda conseguir para cubrir la cama. Sobre el plástico se recomienda poner una capa de tierra o piedras que aseguren que no ingrese agua de lluvia y que el plástico permanezca en contacto con la cama del forraje a ensilar.

Los productores ganaderos interesados en aprender a ensilar pueden organizarse y ponerse en contacto con la Subsecretaría de Ganadería del Ministerio de Agricultura (a través de los técnicos locales del Noroccidente de Pichincha) para solicitar apoyo en cuanto a capacitación y disponibilidad de maquinaria para la elaboración de ensilaje.

Barreras vivas

FIGURA 57. BARRERA VIVA EN LOS POTREROS



@ Federico Odio

Se trata de un sistema agroforestal en el cual se establecen hileras de plantas leñosas perennes, combinadas de manera intercalada con cultivos sembrados en los espacios entre las hileras (ver Figura 57). Esto permite aprovechar el espacio mientras crecen los árboles para mantener cultivos que mejoran el suelo, como son por ejemplo las leguminosas de rápido crecimiento como el fréjol que aporta nitrógeno al suelo o plantas como la hierba luisa que además de reducir la erosión de suelo pueden proporcionar un ingreso adicional para el productor a través de su comercialización.

Se considera un sistema silvopastoril cuando las plantas leñosas son sometidas regularmente a podas con propósitos forrajeros, o bien cuando el cultivo entre las hileras de leñosas es alguna especie forrajera. Según el Proyecto para el Apoyo a Pequeños Agricultores en la Zona Oriental (PROPA) de El Salvador, se recomienda el uso de pastos de porte alto (por ejemplo, el pasto elefante y el King Grass) para cumplir tanto con la función de barreras como para alimento del ganado. Es importante considerar que se necesita de mano de obra para realizar el corte y acarreo del forraje.

La siembra de las barreras vivas en sistema agroforestal se puede realizar de manera intercalada sembrando dos hileras de pastos a unos 20-30 cm entre hileras y 15 cm de distancia entre plantas, en sistema "3 bolillos" o "pata de gallo", seguido de una hilera de plantas arbustivas o árboles que no generen más de un 40-50% de sombra para que permitan el crecimiento adecuado de pastos como el vetiver (InfoAgro Costa Rica, s.f.; Vetiver Consult Ecuador, 2018).

Un beneficio del sistema es que se puede obtener grandes cantidades de alimento de las hojas que se podan de los árboles, madera y leña para la finca. Según García (2011), además de lo mencionado, las barreras vivas pueden utilizarse para el control de la erosión en sitios con pendientes pronunciadas, para el manejo integrado de plagas (MIP) utilizando plantas atrayentes/repelentes y para la conservación del agua al retener la tierra y dejar pasar el agua.

En la Tabla 8, se recomiendan una serie de forrajes, arbustos y árboles aptos para las barreras vivas en el Noroccidente de Pichincha:

García, G. 2011. Colección buenas prácticas: barreras vivas (en línea). Programa Extraordinario de Apoyo a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (Food Facility) FAO/Unión Europea. Guatemala. 1era ed. 8 p. Consultado 05-10-2018. Disponible en WWW: <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>

TABLA 8. FORRAJES, ARBUSTOS Y ÁRBOLES APTOS PARA LAS BARRERAS VIVAS EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Mata ratón, yuca ratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Proteína (forraje)
Girasol de campo	<i>Tithonia diversifolia</i>	Proteína (forraje)
Aliso*	<i>Alnus acuminata</i>	Madera, sombra
Aliso*	<i>Alnus nepalensis</i>	Madera, sombra
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera, sombra
Balsa	<i>Ochoroma pyramidale</i>	Madera
Porotón*	<i>Erythrina edulis</i>	Sombra
Pasto vetiver	<i>Chrysopogon zizanioides</i>	Control erosión
Pasto elefante, King grass	<i>Pennisetum purpureum</i>	Proteína (forraje)
*aporte de nitrógeno por lo que mejora el contenido nutricional de la pastura.		

Pastoreo en plantaciones forestales o frutales

FIGURA 58. PASTOREO ENTRE LÍNEAS DE PLANTACIONES



En climas tropicales, es frecuente el pastoreo en plantaciones de mangos, cítricos y otros frutales. También se pueden establecer plantaciones forestales en potreros en combinación con especies nativas, de manera que al realizar el raleo se aprovechen las especies forestales maderables y se dejen las nativas con función de sombra y conservación principalmente (ver Figura 58). Desde un enfoque ganadero, se recomienda que los raleos sean tempranos y de mayor intensidad, de manera que no afecten el crecimiento del pasto y pueda incrementarse la carga animal. En este caso, se puede iniciar con un aproximado de 1.100 árboles por hectárea y bajar con el raleo hasta los 150-300 árboles por hectárea. En estos sistemas se obtienen ingresos tanto de la actividad ganadera como del aprovechamiento forestal, salvo en el caso de especies de árboles frutales donde es necesario esperar hasta que inicie el periodo productivo del árbol (Somarriba, 1997).

Así, el agricultor tiene una doble entrada económica, pero debe asumir el cuidado de los árboles tanto frutales (poda, cosecha, reemplazo de individuos muertos) como maderables (poda, raleo, reemplazo de individuos muertos).

En la Tabla 9 se recomiendan una serie de forrajes, arbustos y árboles aptos para el pastoreo en plantaciones forestales o frutales en el Noroccidente de Pichincha.

TABLA 9. FORRAJES, ARBUSTOS Y ÁRBOLES APTOS PARA EL PASTOREO EN PLANTACIONES FORESTALES O FRUTALES EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Aliso*	<i>Alnus acuminata</i>	Madera, sombra
Aliso*	<i>Alnus nepalensis</i>	Madera, sombra
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera, sombra
Balsa	<i>Ochoroma pyramidale</i>	Madera
Porotón*	<i>Erythrina edulis</i>	Sombra
Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Sombra, frutos
Guaba*	<i>Inga edulis</i>	Sombra, frutos

*aporte de nitrógeno por lo que mejora el contenido nutricional de la pastura.

Cortinas rompevientos

FIGURA 59. BARRERA ROMPEVIENTOS QUE PROTEGE EL CULTIVO A LA VEZ QUE FUNCIONA COMO CERCA VIVA



Las cortinas rompevientos se consideran sistemas silvopastoriles cuando rodean áreas de pastoreo o de corte, es decir que se podan para suplementar al ganado o como aporte de materia orgánica (leguminosas) para la mejora nutricional de las pasturas. Estos sistemas favorecen el bienestar de los animales porque los protegen del viento y la lluvia, pero también ayudan a contrarrestar el efecto del viento sobre los forrajes (ver Figura 59).

Se las utiliza en zonas con sequía estacional, pues su presencia puede prolongar la estación de crecimiento de las plantas forrajeras al ayudar a mantener durante un mayor periodo de tiempo la humedad en los suelos, reduciendo los impactos de la sequía. En pasturas degradadas, es una buena herramienta contra la erosión causada por el viento.

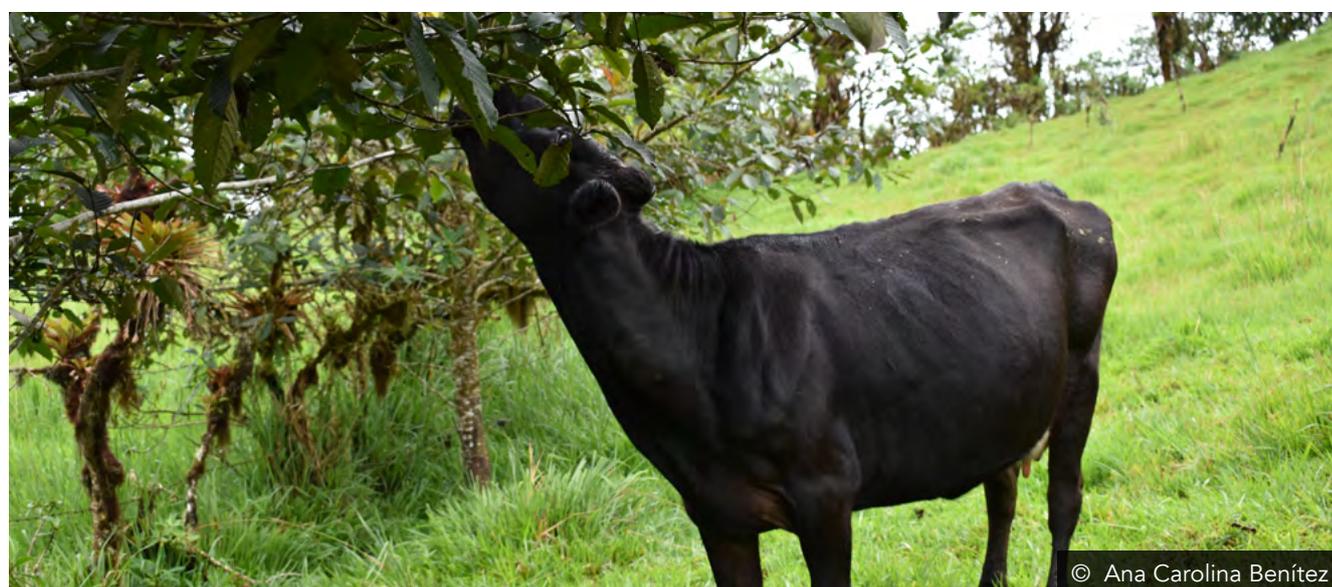
Las cortinas pueden funcionar también como cercas vivas, y su aprovechamiento proporciona productos alternativos como: forraje, leña, madera, frutos, postes, entre otros. Las especies recomendadas para la implementación de cortinas rompevientos en el Noroccidente de Pichincha se presentan en la Tabla 10:

TABLA 10. ESPECIES RECOMENDADAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CORTINAS ROMPEVIENTOS EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Aliso*	<i>Alnus acuminata</i>	Madera, sombra
Aliso*	<i>Alnus nepalensis</i>	Madera, sombra
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera, sombra
Balsa	<i>Ochoroma pyramidale</i>	Madera
Bambú gigante	<i>Phyllostachys edulis</i>	Material construcción, sombra
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Material construcción, sombra
*aporte de nitrógeno por lo que mejora el contenido nutricional de la pastura.		

Cercas vivas

FIGURA 60. CERCA VIVA PALATABLE



Es una de las prácticas más utilizadas y consiste en establecer árboles o arbustos para delimitar las propiedades o potreros. Su establecimiento es hasta 50% más barato que las cercas tradicionales con postes; sin embargo, dependiendo de las especies de árboles, es posible que requieran de un manejo cuidadoso con podas para evitar su crecimiento excesivo, principalmente hacia los lados, ya que pueden generar sombra excesiva afectando el crecimiento del pasto. Si se quiere evitar este problema, lo más recomendable sería elegir especies de árboles medianos a altos, los cuales deben ser podados lateralmente para incentivar el crecimiento apical (hacia arriba) y al alcanzar una altura aproximada de 2-3 m. Otra alternativa es la selección de árboles cuyo follaje no sea sumamente denso y permita el paso de la luz solar al pasto, deseablemente leguminosas para que aporten al contenido nutricional de la pastura (ver Figura 60).

Las cercas vivas tienen grandes ventajas: duran mucho tiempo y generan un ambiente acogedor para los animales. Sirven además de barrera contra el viento. Es recomendable el uso de cercas vivas que combinen distintas especies de árboles con distintos usos, ya que se pueden aprovechar para necesidades de la finca o como un ingreso adicional (por ejemplo, leguminosas como yuca ratón en combinación con laurel o yuca ratón con porotón). Además, el uso de árboles con alturas y formas de copas variadas (estratos) es positivo para la biodiversidad ya que atrae a aves, insectos y roedores (Lang *et al.* 2003).

En la Tabla 11 se recomiendan una serie de arbustos y árboles aptos para el uso en cercas vivas en el Noroccidente de Pichincha.

TABLA 11. ARBUSTOS Y ÁRBOLES APTOS PARA EL USO EN CERCAS VIVAS EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Aliso*	<i>Alnus acuminata</i>	Madera, sombra
Aliso*	<i>Alnus nepalensis</i>	Madera, sombra
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera, sombra
Balsa	<i>Ochoroma pyramidale</i>	Madera
Bambú gigante	<i>Phyllostachys edulis</i>	Material construcción, sombra
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Material construcción, sombra

*aporte de nitrógeno por lo que mejora el contenido nutricional de la pastura.

Árboles y arbustos dispersos en los potreros

FIGURA 61. POTRERO CON ÁRBOLES DISPERSOS



Este sistema puede ocurrir de manera natural a través del manejo selectivo de la vegetación remanente o por la introducción intencional de árboles y/o arbustos en los potreros (ver Figura 61). Como se mencionó, generalmente los sistemas silvopastoriles de árboles dispersos no cuentan con una receta sobre distancia y densidad. Normalmente se recorre el área y se seleccionan árboles de interés que han nacido de manera natural o han sido traídos por el viento, el agua o animales. Esto se puede complementar con siembra de árboles nativos de interés, manejando densidades entre 150 y 70 por hectárea, tomando en cuenta copas altas y podas de las ramas bajas para estimular el crecimiento hacia arriba, eliminando la competencia por sombra y mejorando la calidad de la madera (Lang et al. 2003; Somarriba, 1997). Se debe considerar que las cercas vivas requieren mano de obra para el raleo y mantenimiento de los árboles.

Si es posible, el potrero en el que se hace la siembra de árboles debe salir del pastoreo rotacional programado en la finca hasta que los árboles alcancen los 2 m de altura (año y medio aproximadamente). En ese caso, es necesario hacer una corona de medio metro alrededor de cada árbol, para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes. Se da mantenimiento cada tres meses para facilitar el crecimiento de los árboles.

Si el potrero va a seguir siendo utilizado para el pastoreo, será necesario proteger a los árboles con un cerco de 9 m² (3 m de lado) y tres filas de alambre de púas. De esta manera, se impide que los animales ramoneen o los rompan al apoyarse en ellos.

En la Tabla 12 se recomiendan una serie de arbustos y árboles aptos para el sistema silvopastoril con árboles dispersos en el Noroccidente de Pichincha.

Lang, I; Gormley, LHL; Harvey, CA; Sinclair, FL. 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40):7.

TABLA 12. ARBUSTOS Y ÁRBOLES APTOS PARA EL SISTEMA SILVOPASTORIL CON ÁRBOLES DISPERSOS EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA

Nombre común	Nombre científico	Beneficios
Aliso*	<i>Alnus acuminata</i> / <i>Alnus nepalensis</i>	Madera, sombra
Balsa	<i>Ochoroma</i> / <i>pyramidale</i>	Madera, sombra
Guaba*	<i>Inga edulis</i>	Sombra y frutos
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Sombra y frutos
Porotón*	<i>Erythrina edulis</i>	Sombra, forraje
Leucaena*	<i>Leucaena diversifolia</i>	Sombra, forraje
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	Sombra

*aporte de nitrógeno por lo que mejora el contenido nutricional de la pastura.

¡Los árboles representan grandes ahorros!

El poste de cerca viva se planta por una sola vez (siempre que se lo cuide) y conforme crece se pueden obtener estacas para sembrar en otras partes de la finca o reemplazar los individuos muertos. Por el contrario, los postes muertos (madera/cemento) se deben comprar (\$1 a \$5 dólares cada uno) y deben ser reemplazados con frecuencia, tomando en cuenta que no aportan beneficio alguno, tienden a ser muy pesados y deben enterrarse, por lo que generan mayores costos en tiempo y mano de obra.

Por otro lado, el aliso (*Alnus nepalensis*) fija 200 Kg/Ha/año de nitrógeno, cantidad suficiente para mantener los pastos en buen estado. La misma cantidad del elemento en fertilizante sintético significa alrededor de \$180 dólares por hectárea.

Módulo 6. El plan hidrológico de la finca

Datos del 2005 sobre la demanda de agua en el país indican que el sector agropecuario (riego, ganadería, acuicultura) consume el 81% del total de agua utilizada en el Ecuador, lo que corresponde a 8.076 millones de m³, seguido por el uso municipal (13%) y por último el uso industrial (6%) (FAO AQUASTAT, 2015). La disponibilidad de agua de calidad y el buen manejo de esta es uno de los requisitos para que las actividades agroproductivas tengan rendimientos elevados y al mismo tiempo sean sustentables. En el caso de la producción ganadera, su rendimiento depende en gran medida de que los animales tengan libre acceso a consumir agua suficiente y de calidad.



© Ana Carolina Benítez

Por otro lado, en Ecuador, la mayoría del agua dulce que la población utiliza para distintos fines proviene de los páramos, los cuales cumplen un rol crítico en la regulación hídrica (Buytaert et al. 2006). De igual manera, los bosques montanos tropicales aportan a esta regulación y constituyen también fuentes de captación a través de la intercepción vertical de la lluvia, de la deposición de neblina e intercepción horizontal (Bruijnzeel et al. 2011). La degradación de páramos y bosques andinos por la extracción no sostenible de madera, deforestación, el avance de la frontera agropecuaria y la contaminación, tiene una incidencia directa en la calidad y cantidad del agua disponible (Ochoa-Tocachi et al. 2016).

En el Noroccidente de Pichincha se cuenta con gran cantidad de fuentes de agua natural. Según los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2012-2015 de las Parroquias del Noroccidente de Pichincha, en total existen 43 micro-cuencas. Sin embargo, la deforestación, actividades agroproductivas y extractivas y, en general, el mal manejo de estas cuencas, las están afectando en mayor o menor grado.

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J. & Hofstede, R. (2006) Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79, 53-72.

Bruijnzeel, L. A., M. Mulligan, and F. N. Scatena. 2011. Hydrometeorology of tropical montane cloud forests: emerging patterns. *Hydrological Processes* 25 (3):465-498.

FAO. 2016. Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Informe Regional: América del Sur, Centroamérica y Caribe (en línea). Consultado el 10 de diciembre del 2018. Disponible en WWW: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ECU/indexesp.stm13.

Ochoa-Tocachi, B. F., W. Buytaert, B. De Bièvre, R. Célleri, P. Crespo, M. Villacís, C. A. Llerena, L. Acosta, M. Villazón, M. Gualpa, J. Gil-Ríos, P. Fuentes, D. Olaya, P. Viñas, G. Rojas, and S. Arias. 2016. Impacts of land use on the hydrological response of tropical Andean catchments. *Hydrological Processes* 30 (22):4074-4089.

Conservar el recurso hídrico del Noroccidente de Pichincha y lograr que la actividad ganadera contribuya con esta conservación y, al mismo tiempo, disponga de este recurso de manera suficiente, requiere por un lado diseñar e implementar un plan hidrológico integral de la finca. Por otro lado, es necesario el involucramiento en actividades de planificación y manejo territorial integral sustentable, principalmente, de los gobiernos locales, los ministerios encargados del ámbito productivo y ambiental, y el sector privado, particularmente quienes realizan actividades ganaderas.

A nivel de la finca ganadera, algunas prácticas de Manejo Sustentable de la Tierra (MST) (Yaguache y Proaño, 2018) pueden contribuir con este fin. Entre estas se encuentran:

- I. Las barreras vivas en curvas de nivel las cuales ayudan a disminuir la erosión. El pasto milín es una de las variedades que pueden usarse para este fin, y servir además para complementar la alimentación del ganado u otros animales de la finca.
- II. Protección de páramos, bosques y matorrales dentro de la finca, esencial para procurar algunos servicios ecosistémicos a la finca, como la regulación hídrica, climática y la biodiversidad interna.
- III. Protección y restauración de márgenes ribereños, esencial para asegurar provisión de agua suficiente y de calidad en la finca.
- IV. Provisión de abrevaderos y saleros móviles como complemento a la práctica anterior. Estos deben colocarse fuera de las franjas ribereñas, para evitar que los animales acudan a estas y las degraden.
- V. Manejo de pasturas para mejorar la estructura del suelo, optimizar espacios y mejorar productividad. El manejo incluye la recuperación de pastizales de altura, el mejoramiento de potreros a través de la rotación y la diversificación de las silvopasturas, es decir, la incorporación de plantaciones forestales al interior de los pastizales y el manejo de bancos forrajeros con especies leñosas.
- VI. Manejo de la cantidad y calidad de agua a través de la construcción de pequeñas infraestructuras. Entre las principales están:
 - a. Albarradas o cochas que consisten en la construcción de diques en reservorios naturales con el fin de recolectar, filtrar y /o almacenar agua para distintos usos.
 - b. Pilancones que son pequeños reservorios de máximo 20 m² construidos en las partes altas y los tajamares, que son muros de piedras, troncos y otro material colocados en ríos o quebradas para represar y conducir una parte del caudal a la finca.
 - c. Zanjas de infiltración en curvas de nivel para aprovechar el agua de escorrentía.
 - d. Redes de condensación de neblina, que son paneles colocados de manera perpendicular a la dirección del viento para condensar el agua de la neblina.
 - e. Recolección de agua de lluvia en techos de casas, conducida a través de canaletas a un reservorio.
 - f. Bombas de ariete para movilizar el agua, las cuales funcionan gracias a la energía cinética producida por el golpe del ariete y no requieren de energía eléctrica o térmica.

Dado el contexto topográfico del Noroccidente de Pichincha, caracterizado por pendientes fuertes y moderadas y pliegues propios de las estribaciones de los Andes (Torres, 2015), en este documento se hace énfasis en las prácticas vinculadas con la protección y restauración de fuentes de agua y se desarrollan dos prácticas de MST vinculadas a este tema: la utilización de una bomba de ariete para el bombeo y un sistema de bebederos móviles que se traslada conjuntamente con el ganado para reducir el desperdicio y el desgaste energético.

Beneficios del manejo hidrológico

Procura calidad y cantidad de agua

Las vacas son agentes de compactación del suelo y afectación a la cobertura vegetal. Alejarlas de las riberas ayuda a conservar la vegetación ribereña, además de evitar su contaminación con excrementos. La conservación de vegetación natural, ya sea arbórea o arbustiva, en las zonas ribereñas (pero también en otras partes de la finca), es clave para la regulación hídrica. Esta vegetación facilita, por un lado, la captación e infiltración del agua de lluvia y de la humedad del ambiente. Por otro lado, sus raíces y la porosidad del suelo (con una densidad aparente baja) facilitan la filtración de sedimentos y contaminantes, mejorando la calidad del agua.

La cantidad y calidad del agua beneficia tanto a la finca como a la población localizada aguas abajo, lo cual evidencia la responsabilidad compartida en su cuidado.

Ahorro de agua

Los bebederos móviles cuentan con un sistema de cierre automático que permite utilizar solamente la cantidad necesaria de agua, reduciendo los desperdicios y asegurando agua fresca a los animales. Al estar localizados en varios puntos, se permite que varios animales accedan al recurso de manera simultánea.

Ahorro de energía eléctrica

La bomba de ariete se inventó hace más de 200 años. Utiliza la energía cinética de un golpe de ariete para bombear agua en desniveles apreciables y, por tanto, no requiere de energía eléctrica. Su construcción es sencilla y las condiciones topográficas del Noroccidente de Pichincha y otros paisajes de montaña son propicias para este tipo de tecnología.

Disponibilidad de agua en los potreros e incremento de la productividad

La implementación de una red hidráulica, es decir, un sistema interconectado de canales que transporte el agua a distintos puntos de la finca aprovechando sus condiciones topográficas, junto con los bebederos móviles, permite que los animales accedan a agua suficiente y de calidad de manera permanente. Esto evita la deshidratación, lo que incide directamente en la productividad de la finca. Se estima que esta práctica podría incrementar la producción entre 1 y 2 L de leche diarios por vaca, es decir entre \$12 y \$24 por vaca por mes.

Pasos para la implementación de la práctica

Paso 1. Diseño y planificación hidrológica de la finca

Antes de realizar el diseño hidrológico de la finca, es necesario hacer una evaluación de las características y condiciones que influyen en la disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad. Un paso inicial es hacer un mapeo y zonificación de la finca, con el fin de identificar todos sus componentes: recursos hídricos, remanentes de bosques y vegetación natural, zonas de pastos, zonas aptas para otra actividad productiva, infraestructura productiva, entre otros elementos. En base a esta primera caracterización se puede construir un plan integral de manejo de la finca, el cual contemple zonas de conservación, restauración, producción y en base al cual también se haga el diseño e implementación de la red hidráulica.

En el siguiente ejemplo (ver Figura 62) se puede identificar una zona de bosque remanente y dos fuentes de agua: un río que cuenta con cobertura vegetal circundante y una vertiente está desprotegida.

FIGURA 62. EJEMPLO DEL CROQUIS DE UNA FINCA GANADERA



De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es esencial conservar las zonas de bosque y vegetación natural. También será preciso diseñar actividades de restauración de la cobertura circundante a la vertiente con el fin de garantizar una provisión de agua suficiente y de calidad a largo plazo. Ambas fuentes de agua se encuentran en zonas más bajas que algunos potreros y el establo, por lo que habrá que bombear el agua hacia una zona alta y almacenarla, para distribuirla por gravedad a toda la finca a través de la red hidráulica. En este caso, el uso de la bomba de ariete es fundamental, al igual que los bebederos móviles, para garantizar el abastecimiento permanente de agua a los animales.

Cálculo del caudal requerido y el disponible en la fuente

Antes de diseñar la red hidráulica es necesario evaluar tanto la disponibilidad del recurso como las necesidades de la finca. Para esto es preciso calcular, por un lado, los caudales de las fuentes de agua y, por otro, la cantidad de agua consumida en la totalidad de la finca. El consumo de agua en una finca es muy variable; los principales factores que influyen en esta variabilidad son: el número de animales, las instalaciones, factores climáticos como precipitación, temperatura y viento, tipo de alimento que consume el ganado, entre otros. Existen diferencias grandes en cuanto a consumo de agua en función del metabolismo de: los animales, su peso, el tipo de alimento que consumen, entre otros factores (FAO 2018). En promedio en el ganado lechero, cada animal consume entre 60 y 80 L de agua por día, mientras que en el ganado de carne, cada animal consume en promedio 35 a 40 L de agua por día. Es recomendable ofertar el doble del promedio de agua, tomando en cuenta que el consumo, como se menciona, puede variar.

Para calcular el consumo de agua de la actividad ganadera de la finca, se suma por lo menos el agua de bebida de los animales más el agua para la limpieza de las instalaciones. Utilizaremos el ejemplo hipotético de la finca lechera La Victoria, que cuenta con un hato de 40 animales.

CÁLCULO 18. REQUERIMIENTO DE AGUA DE BEBIDA

CÁLCULO	Número de animales en el hato	x	Consumo promedio diario de agua	x	Factor de variación de consumo	=	Requerimiento de agua de bebida para los animales
EJEMPLO	40	x	60 L	x	2	=	4.800 L

Se debe calcular también la cantidad de agua para la limpieza de las instalaciones. Para el caso del ejemplo, se requieren 4.000 L diarios. Sumando estos valores, se conoce el requerimiento de agua para las actividades productivas de la finca.

CÁLCULO 19. REQUERIMIENTO DE AGUA PARA LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

CÁLCULO	Requerimiento de agua de bebida para los animales	+	Requerimiento de agua para el lavado de las instalaciones	=	Requerimiento de agua para la actividad ganadera
EJEMPLO	4.800 L	+	4.000 L	=	8.800 L

Un método fácil para calcular el caudal de la fuente es coleccionar el agua que viene de ella por un tiempo determinado. Se lo puede hacer fácilmente utilizando un tubo, un recipiente de 10 L y un cronómetro. En la fuente, se represa el agua con troncos o ramas de árboles. Se deja un espacio para colocar un tubo de manera que se capte toda el agua y se la dirija al recipiente. A través del tubo se llena la cubeta mientras se toma el tiempo que demora en llenarse. Es fundamental realizar dos mediciones a lo largo del año, una en época de mayor sequía, en la cual el caudal llega al mínimo, y otra en época de invierno, con el fin de contemplar el rango total de caudal a lo largo del año.

En el caso del ejemplo, en época seca el recipiente de 10 L se llenó en 1 minuto y 25 segundos (85 segundos); en época lluviosa se llenó en 40 segundos. Se hace una regla de tres para calcular el caudal por minuto para los dos casos:

Caudal por minuto en época seca		
10 L	85 s	$\frac{10 \times 60}{85} = 7,05 \text{ L /minuto}$
?	60 s	

El rango del caudal de la fuente va de 7,05 a 15 L por minuto dependiendo de la época del año. Ahora, en base al mínimo caudal, se hace el cálculo de la disponibilidad de agua para la época seca que es la época más crítica:

CÁLCULO 20. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA ÉPOCA SECA

CÁLCULO	Caudal en L por minuto	x	Minutos en 1 día (24 x 60)	=	Disponibilidad diaria de agua en L
EJEMPLO	7,05 L	x	1.440 minutos	=	10.152 L

Del cálculo se deriva que el caudal de esa fuente (10.152 L por día) es suficiente para abastecer las necesidades productivas de la actividad ganadera de la finca. Si la disponibilidad de agua sería menor al requerimiento, se podría buscar otra fuente adicional para alimentar a la red. Igualmente, el déficit de caudal en el verano puede ser compensado con un buen almacenamiento de agua durante el invierno.

Evaluación de la calidad de agua en la fuente

Posterior al cálculo del caudal de agua disponible en la fuente o fuentes identificadas se debe realizar un análisis de calidad de agua para conocer si la misma cumple con la calidad necesaria para proveer de bebida a los animales.

Se toman muestras directamente en la fuente y se las envía a un laboratorio para realizar un análisis físico, químico y bacteriológico del agua. Esto tiene un valor aproximado de \$40 dólares en laboratorios particulares.

Interpretación del análisis químico

pH (unidades)

La concentración de iones de Hidrógeno en el agua determina el nivel de pH. Un valor de pH de 7 indica agua "neutral". Con valores menores que 7 son cada vez más ácidas y con valores mayores que 7 son cada vez más alcalinas. La mayor parte de las aguas caen dentro de un rango aceptable de 6.5 a 8.5. Si el pH es menor que 5.5, puede darse acidosis y una ingesta reducida de alimento en el ganado. Un agua con pH alto es poco probable que tenga un efecto directo en los animales.

Cobre (Cu en mg/L)

Tan poco como 0,1 mg/L de cobre puede causar un sabor a óxido en la leche de las vacas. Hay una sugerencia de que niveles de cobre sobre 0,6 mg/L pueden resultar en daños hepáticos en las vacas lecheras.

Dureza (mg/L de CaCO₃)

A pesar de que la dureza no tiene efecto en la seguridad del agua, puede resultar en la acumulación de sarro (mayormente carbonatos de magnesio, manganeso, hierro y calcio) en el equipo de distribución de agua. Las obstrucciones de caños y bebederos pueden llevar a reducir el consumo de agua y sus problemas asociados. El agua con más de 121 mg/L de CaCO₃ es considerada dura. Este factor está directamente relacionado al pH del agua.

Hierro (Fe en mg/L)

Altos niveles de hierro pueden ser problemáticos en el agua. Niveles por sobre 0,1 mg/L han sido reportados como causal de carne roja en terneras. Niveles de hierro excediendo los 0,3 mg/L pueden propiciar el crecimiento de la bacteria del hierro, lo que resulta en olores fétidos y taponamiento de los sistemas de agua. Niveles sobre 0,3 mg/L pueden también causar una reducción en la ingesta de agua y en la producción de las vacas lecheras. Tan poco como 0,1 mg/L puede causar un sabor a óxido en la leche.

Magnesio (Mg en mg/L)

El sulfato de magnesio, también conocido como sales de Epsom, es indeseable en el agua por sus efectos laxantes. Un límite superior de 300 a 400 mg/L ha sido sugerido para las vacas lecheras. Los niveles de magnesio en el agua son, usualmente, considerablemente más bajos que esto.

Nitratos (NO₃-NO₂-N [disueltos] en mg/L)

Los nitratos y nitritos en el agua son peligros potenciales muy serios. Reaccionan con la hemoglobina en la sangre haciéndola incapaz de transportar oxígeno. Los infantes están en serio riesgo con este problema. Entre el ganado, los ruminantes son los más susceptibles porque la bacteria en el rumen convierte el nitrato en el más peligroso nitrito. La mayor parte de los nitratos en el agua vienen de material orgánico y escapa de los campos demasiado fertilizados. Se sabe que los nitratos se mueven a través de los suelos húmedos, a un índice de más de un metro por día. Pueden rápidamente contaminar rápidamente pozos superficiales.

Los nitratos se reportan como nitratos y combinado de nitritos-nitrógeno, debido a que el nitrito es inestable y se convierte a nitrato antes que el análisis esté hecho. El agua que contenga más de 100 mg/L de nitratos o 23 mg NO₃-NO₂-N/L, es potencialmente peligrosa. Los nitratos altos en el alimento pueden contribuir a la toxicidad si el aporte en el agua es también alto.

Sodio (Na en mg/L)

El sulfato de sodio, también conocido como sales de Glauber, es un laxante bien conocido. Por sí mismos, el magnesio y el sodio normalmente presentan poco riesgo para el ganado, pero su asociación con el sulfato es una preocupación mayor. Agua con más de 800 mg de sodio/L puede causar diarrea y caída en la producción de las vacas lecheras. Puede ser necesario hacer ajustes en las raciones de sal siendo cuidadosos de que no resulten en una deficiencia de cloro.

Sulfatos (SO₄ en mg/L)

Los niveles de sulfato por sobre 150 mg/L pueden causar un sabor notable que puede o no afectar la ingesta de agua. Niveles de sulfato mayores que 2.000 mg/L pueden causar diarrea y una reducción en la producción de leche de las vacas. Los altos niveles de sulfato pueden también contribuir a deficiencias de cobre en el ganado de carne y leche.

Microbiología

El agua puede contener una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, virus, protozoos y huevos de parásitos. Un conteo de bacterias coliformes por sobre 1/100 ml puede causar diarrea en terneros. Un conteo por sobre 20/100 ml puede resultar en diarrea en vacas y vacas en ayuno. La cloración del agua removerá las bacterias peligrosas y otros microorganismos. Los protozoos y los enterovirus son más resistentes a la cloración que las bacterias.

Análisis del agua

Los productores que buscan información sobre cómo tomar muestras de agua y dónde enviarlas, deben contactar su oficina local representativa de Agricultura, en nuestro caso AGROCALIDAD.

Fuente: ENGORMIX - Evaluando la Calidad del Agua para el Ganado

Dadas las diversas actividades productivas que se realizan en la zona, como la misma ganadería, producción de palmito, minería, etc., es posible encontrar los siguientes contaminantes en las fuentes de agua del Noroccidente:

1. Rastros de pesticidas
2. Rastros de materia fecal proveniente de ganado
3. Rastros de metales pesados provenientes de la minería
4. Alto contenido de virus, protozoarios, bacterias, entre otros
5. Altas concentraciones de alguno de los minerales citados en la tabla anterior

Si las concentraciones de estos elementos sobrepasan las recomendadas por fuentes oficiales, será preciso recurrir a otra fuente de agua.

Una vez evaluada la disponibilidad de agua, su calidad y las condiciones de la finca en base al croquis, se determina el plan hidrológico considerando la protección de las fuentes, la captación, el bombeo, el almacenamiento y la red de distribución que alcanza los potreros y el establo. En la siguiente figura (ver Figura 63), se visualizan los elementos del plan general del recurso hídrico de la finca del ejemplo:

FIGURA 63. PLAN HIDROLÓGICO DE LA FINCA LA VICTORIA



Paso 2. Protección de fuentes de agua

Normativa vigente

La protección de los cuerpos de agua está regulada en Ecuador por la "Ley de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua". Específicamente el artículo 64 exige una extensión de 100 m de ancho para la zona de protección hídrica (franja ribereña) medidos horizontalmente a partir del cauce. La dimensión puede ser modificada según la topografía, previa autorización de la autoridad del agua en coordinación con el Ministerio del Ambiente. Las zonas de protección hídrica consisten en una barrera de vegetación compuesta por árboles nativos en los márgenes de los cuerpos de agua como los ríos, las quebradas y nacientes.

Extracto de la ley de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua

Artículo 63.- Zonas de Protección Hídrica: Definición y Funcionalidad.- De conformidad con lo regulado en el artículo 13 de la Ley, para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, así como de la que se recoja en los embalses superficiales, se establece una zona de protección hídrica. En dicha zona se condicionará el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen.

Artículo 64.- Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación.- La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional" (Primer Suplemento del Registro Oficial No. 483. 2015).

Adicionalmente, la ordenanza No. 172 del Distrito Metropolitano de Quito, también regula la protección de fuentes de agua, como se muestra en la tabla a continuación:

TABLA 13.

Ordenanza No. 172 del Distrito Metropolitano de Quito			
Artículo 117. Áreas de protección de quebradas (incisos a, b, c y d).			
Características	Pendiente (grados)	Área de protección (m) (horizontales longitudinales)	Observaciones
Rellenos de quebradas		3	
Quebradas	<10	6	
Quebradas	10 - 60	10	
Quebradas	>60	15	
Artículo 118. Áreas de protección de los cuerpos de agua, ríos, lagunas, embalses y cuencas hidrográficas. (*Son áreas de protección los lechos de los cuerpos de agua y las superficies que rodean a los mismos)			
Cuerpos de agua en general		15	A lo largo de los márgenes
Ríos		50	Desde la orilla
Cuerpo de agua rodeado por taludes o barrancos	45 - 60 >60	10 15	Altura mayor a 10 m
Se prohíbe las obras y construcciones que puedan dificultar el curso de las aguas de los ríos, arroyos y cañadas.			

Consejo Metropolitano de Quito. 2011. Régimen administrativo del suelo, Ordenanza No. 172 (en línea). Quito, Pichincha, Ecuador. Consultado el 15 de enero del 2019. Disponible en WWW: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2018/01/1.-REGIMEN-ADMINISTRATIVO-DEL-SUELO.pdf>

FONAG. S.F. Ley Orgánica de los Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua, Título I, Capítulo I (en línea). Quito, Ecuador. Consultado el 15 de enero del 2019. Disponible en WWW: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/aprobados.pdf

Presidencia de la República. 2015. Primer Suplemento del Registro Oficial. No. 483, CAPÍTULO- LO SEGUNDO PROTECCIÓN DEL DOMINIO HÍDRICO PÚBLICO, Sección Segunda: Las zonas de protección hídrica. Artículo 63 y 64. Zonas de Protección Hídrica (en línea). Ecuador. Consultado Noviembre 2018. Disponible en WWW: <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/1748-suplemento-al-registro-oficial-no-483.html>

Protección y restauración



© Inty Arcos

Para asegurar la provisión en cantidad y calidad de agua, es fundamental proteger y restaurar la vegetación en los alrededores de las fuentes de agua. Esto incide positivamente en la finca y a nivel del paisaje, pues las mejoras del recurso tendrán un efecto positivo aguas abajo.

En muchos lugares la vegetación natural se encuentra degradada o es incluso inexistente por la deforestación y/o por actividades productivas. También se identifican fuentes contaminadas. En estos casos, además de la restauración del ecosistema natural, es preciso mantenerla como área de conservación, es decir, no volver a realizar actividades extractivas o productivas que alteren su estabilidad (Proaño y Duarte, 2018).

La restauración natural está orientada a recuperar, en la medida de lo posible, la estructura y dinámica del ecosistema original, es decir, antes del disturbio y, de esta manera, recuperar también sus servicios ecosistémicos, en este caso, principalmente la regulación hídrica.

Antes de iniciar el proceso de restauración, es preciso realizar un diagnóstico que involucre los siguientes aspectos, los cuales podrían variar según el caso:

- Paisaje circundante: identificar factores limitantes, como fuentes de contaminación o factores potenciadores, como presencia de especies polinizadoras en remanentes circundantes.
- Suelo: identificar problemas de erosión o compactación.
- Vegetación: caracterizar tipo de vegetación y diversidad.
- Agua: registrar problemas de cantidad o calidad del agua.
- Degradación: reconocer el tipo de disturbio ocurrido para limitarlo o eliminarlo.

Cuando el objetivo de restauración es la conservación y protección, como es el caso de los ecosistemas ribereños en las fincas, se pueden utilizar las siguientes estrategias de restauración (ver Tabla 14):

TABLA 14. ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN CUANDO EL OBJETIVO ES LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ECOSISTEMA

Tipo de restauración	Tipo de intervención	Descripción	Cuándo utilizar
Regeneración natural pasiva	Permiten proceso natural de sucesión ecológica	Se deja el área en descanso para permitir el proceso natural de sucesión secundaria	<ul style="list-style-type: none"> La fuente de disturbio ha cesado Hay indicios de regeneración No hay barreras para la regeneración
Regeneración natural manejada		Se realizan prácticas puntuales para facilitar regeneración natural. No se siembran plantas	<ul style="list-style-type: none"> Hay indicios de regeneración, pero: i. algún factor biótico dificulta el proceso (ej. especies invasoras); ii. objetivos del proyecto requieren que se acelere el proceso
Regeneración natural asistida (activa)	Se interviene más activamente	Se aplica un conjunto de prácticas para eliminar causas de degradación y barreras que dificulten la sucesión ecológica. Puede implicar siembra de plantas	<ul style="list-style-type: none"> No hay indicios de regeneración o existen barreras que impiden la sucesión ecológica Se requiere intervención humana para desencadenar el proceso

Fuente: Proaño y Duarte, 2018.

A continuación, se citan especies de plantas y árboles aptas para este propósito en el Noroccidente de Pichincha, que tienen diferentes funciones en el proceso de restauración, particularmente en la descompactación del suelo y atracción de dispersores. Las especies dispersoras, principalmente aves y mamíferos, ayudan a la propagación y reproducción de especies vegetales al transportar semillas de un lugar a otro.

TABLA 15. ESPECIES DE PLANTAS Y ÁRBOLES PARA LA RESTAURACIÓN ALREDEDOR DE FUENTES DE AGUA

Nombre científico	Nombre común	Función en la restauración	Grupo funcional	Zona alta	Zona baja
<i>Ocotea insularis</i>	Canelo	Atracción dispersores	Secundaria tardía	X	X
<i>Brunfelsia grandiflora</i>	Chiri guayusa	Descompactación del suelo y facilitadora	Secundaria temprana		X
<i>Banara regia</i>	Banara	Descompactación del suelo, atracción de dispersores y facilitadora	Pionera	X	X
<i>Roupala Monosperma</i>	Roble	Descompactación del suelo, atracción de dispersores	Secundaria tardía	X	X
<i>Acalypha diversifolia</i>	Pigua	Descompactación del suelo, atracción de dispersores y facilitadora	Pionera	X	X

Fuente: Proaño y Duarte, 2018; Contexto Ganadero, 2019

Contexto Ganadero. 2019. 2 plantas protectoras de nacimientos de agua (en línea). Colombia. Consultado el 10 de diciembre del 2018. Disponible en WWW: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/2-plantas-protectoras-de-nacimientos-de-agua>
 Proaño, R., Duarte, N. 2018. Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local. En: Proaño, R.; Duarte, N.; Cuesta, F.; Maldonado, G. (Eds). 2018. Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.

Los criterios de selección de las especies a utilizar para la restauración y protección de los cuerpos de agua dependerán del interés del propietario.

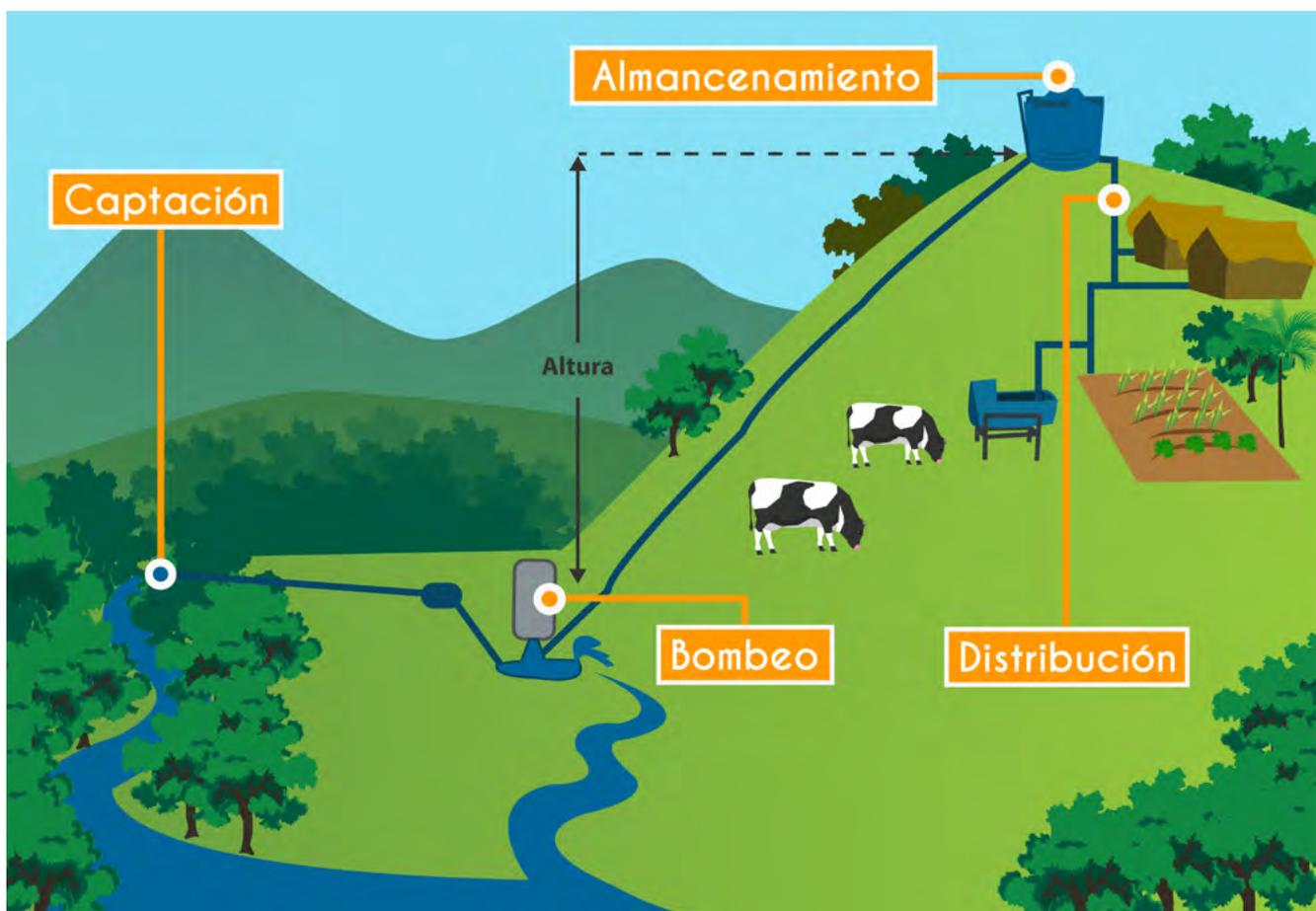
¿Qué otras acciones pueden implementarse para el cuidado de las fuentes de agua?

- 👉 No hacer intervenciones que afecten a los ríos, quebradas, cuencas, manantiales y nacimientos de agua
- 👉 No hacer construcciones de viviendas cerca de los cauces o zonas aledañas a las fuentes hídricas
- 👉 No talar árboles en zonas aledañas o cercanas a las fuentes hídricas
- 👉 No arrojar basura o desechos en los cauces de agua

Paso 3. Captación, almacenamiento y distribución del agua en la finca

Toda actividad agropecuaria requiere una red hidráulica. Se trata de un sistema para la conducción del agua a los distintos lugares de la finca. Está compuesta por diversos elementos que se conectan entre sí para captar, bombear, almacenar y distribuir el agua a donde se requiera en la propiedad (ver Figura 64).

FIGURA 64. ESQUEMA DE LA RED HIDRÁULICA DE LA FINCA



Captación

La primera parte del sistema es la captación que se encuentra en el sitio donde se ha decidido tomar el agua de la fuente para alimentar la red hidráulica. La captación consiste en una pequeña represa o infraestructura donde se puede acumular agua suficiente para que ingrese a la tubería (ver Figura 65). Comúnmente, la captación se construye utilizando obra gris: en la parte superior se deja un orificio donde se coloca la tubería para el transporte del agua y en la punta se instala un filtro, el cual puede ser casero (ver Figura 66) o comercial. En algunos lugares de captación también se puede construir un desarenador, que es una estructura para filtrar la arena y otros sedimentos gruesos. Sin embargo, el filtro en la parte superior de la captación ya asegura que la arena y fragmentos de roca permanezcan en el fondo y el filtro evita el ingreso de ramas u otros sólidos que podrían bloquear la red.

FIGURA 65. CAPTACIÓN EN LA FUENTE



FIGURA 66. FILTRO CASERO PARA LA CAPTACIÓN



A continuación del filtro se debe conectar la tubería de PVC de 1 (2,54 cm) ó 2 (5,08 cm) pulgadas, dependiendo de la capacidad de agua que se desea distribuir al tanque de captación. En la tubería se debe incluir uno o dos acoples para poder remover el aire de adentro del sistema y asegurar que la tubería se encuentre lo más nivelada posible (ver Figura 67).

FIGURA 67. TUBERÍA QUE SALE DE LA CAPTACIÓN



La tubería llega a un tanque de captación, también de obra gris (ver Figura 68), cuya capacidad puede ser de 1.000 a 2.000 L. La función del tanque de captación es acumular agua de manera que se establezca un flujo continuo de agua entre el tanque y la bomba para asegurar su funcionamiento permanente. Se recomienda tapar el tanque de captación para evitar el ingreso de hojas, ramas o cualquier otro elemento propio de los bosques. Para este fin, se puede utilizar cualquier material que sea resistente a factores climáticos para evitar su rápida degradación.

FIGURA 68. TANQUE DE CAPTACIÓN



Bombeo

El sistema de transporte del agua en una finca depende de las condiciones topográficas de la misma. En caso de que las fuentes de agua se encuentren en zonas altas, se puede transportar el agua hacia los potreros y las instalaciones de ordeño aprovechando la gravedad. Sin embargo, en los casos en los cuales las fuentes de agua se encuentran en zonas más bajas a la ubicación de los potreros, será necesario bombear el agua.

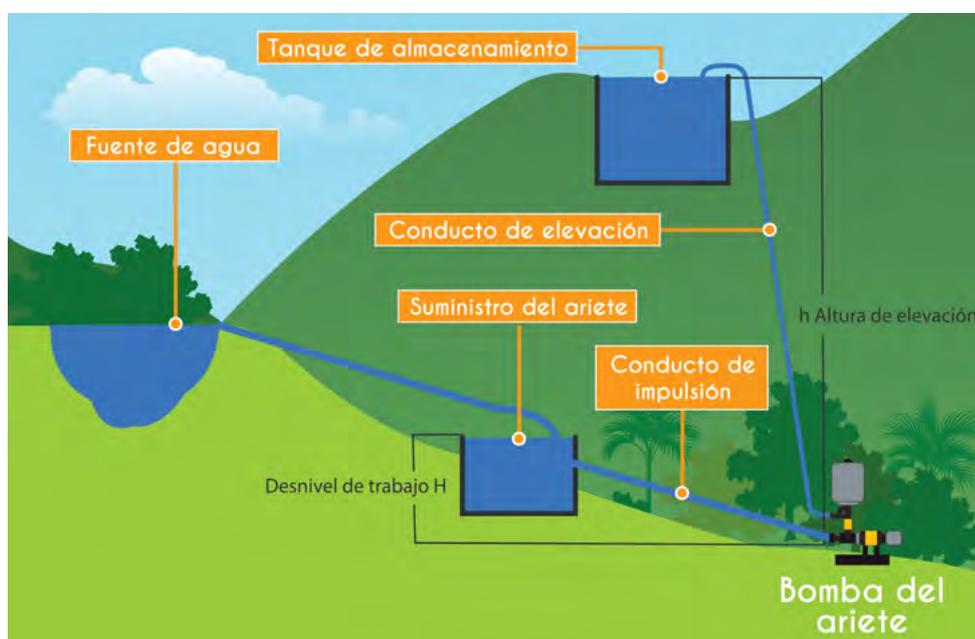
Como se ha mencionado, la bomba de ariete puede ser un sistema adecuado para las fincas del Noroccidente de Pichincha, dada la topografía caracterizada por pendientes pronunciadas y desniveles importantes de elevación en distancias cortas. La bomba de ariete es un dispositivo de bajo costo y con pocos requerimientos de mantenimiento que puede bombear agua sin necesidad de luz eléctrica, porque aprovecha la onda de choque generada por la detención brusca del agua en movimiento.

Componentes y funcionamiento del ariete

La bomba de ariete es un implemento que utiliza la energía producida por una cantidad de agua que, al estar situada a una mayor altura que la bomba y entrar en ella, produce un fenómeno denominado golpe de ariete.

El agua procedente de una altura mayor a la bomba (captación), conducida por un tubo de metal, entra en la bomba (cuerpo de la bomba o cámara de válvulas), adquiere una velocidad suficiente y la presión dinámica generada al interior cierra la válvula de ímpetu o impulso. Al producirse el cierre brusco de esta válvula se da el "golpe de ariete", que origina una sobrepresión en la tubería de alimentación permitiendo la apertura de la válvula de retención, dando paso al agua hacia la cámara de aire, donde se produce la compresión del aire existente y una cantidad de agua asciende por la tubería de bombeo o descarga. En ese instante se produce una ligera succión en el cuerpo o caja de válvulas, que provoca una disminución de la presión, la apertura de la válvula de impulso y el cierre de la válvula de retención. De esta forma se crean las condiciones para que el proceso se convierta en cíclico, con el consiguiente ascenso de una columna estable de agua hacia el tanque elevado, mediante la tubería de bombeo (ver Figura 69 y video de TvAgro "Cómo funciona una bomba de ariete para sistemas de riego" en: <https://www.youtube.com/watch?v=UeRli4yZXxU>).

FIGURA 69. FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE ARIETE



Las bombas de ariete pueden construirse de manera casera, para lo cual se puede recurrir a manuales o videos en el internet (Ej. www.galeon.com/elregante/ariete.html; www.youtube.com/watch?v=UeRli4yZXxU). Sin embargo, es recomendable contratar los servicios de técnicos especialistas. Existen también bombas comerciales de este tipo.

El costo de un ariete puede estar entre \$800 y \$1.200 dólares. Sin embargo, el ahorro de energía eléctrica es de al menos \$240 dólares al año, por lo que la inversión se pagaría en máximo cinco años.

En una bomba de ariete, el agua corriente es el combustible y el desnivel del terreno el motor, por lo que es fundamental un caudal constante (al menos 0,8 L por segundo/69.120 L por día) y un desnivel que permita una buena caída de agua. Estas son condiciones que deben ser evaluadas para ver la factibilidad de la instalación en la finca. Como regla general, por cada metro de desnivel, se conseguirá elevar el agua 10 m. Por ejemplo, si se necesita elevar el agua a 50 m de altura es necesario tener como mínimo cinco m de desnivel entre el tanque de captación de agua y el lugar donde se instale el ariete. Existen datos de arietes que son capaces de elevar el agua hasta una altura de 150 m e impulsar hasta dos km.

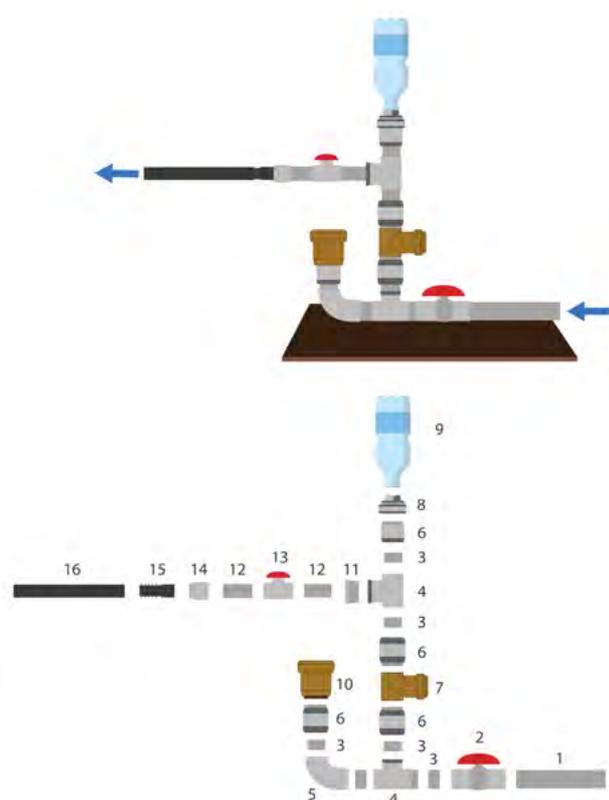
La ubicación del ariete es clave; la distancia entre la captación y el lugar donde se instala el ariete dependerá de la pendiente del cauce. El ariete se debe instalar en un lugar que permita la fundición de un cemento que soporte la vibración producida por el golpe de ariete y en donde el agua expulsada a presión no erosione el terreno. Normalmente, se coloca un recipiente (balde) que la contenga (ver Figura 70).

FIGURA 70. BOMBA DE ARIETE INSTALADA EN FUNCIONAMIENTO



La siguiente figura (Figura 71) explica los diversos componentes que comprende una bomba de ariete.

FIGURA 71. COMPONENTES DE LA BOMBA DE ARIETE



Piezas para la fabricación del ariete PVC		
Nº	Descripción	Cantidad
1	Tubo PVC SCH 40 1", longitud necesaria	1
2	Válvula de bola PVC 1"	1
3	Niple PVC SHC 40 1" x 50 mm	6
4	Tee PVC 1"	2
5	Codo PVC 90° 1"	1
6	Adaptador macho 1"	4
7	Chek línea de compuerta 1"	1
8	Reducción galvanizada 1" X 3/4"	1
9	Botella Pet (poritereftalato de etileno) de 3 L	1
10	Válvula chek de línea	1
11	Reducción 1" X 1/2"	1
12	Niple PVC SCH 40 1/2" X 100 mm	2
13	Válvula de bola PVC 1/2"	1
14	Adaptador macho 1/2"	1
15	Adaptador espiga - rosca hembra 1/2"	1
16	Tubo polietileno 1/2" PN-40 longitud necesaria	1

Adaptado de <http://galeon.com/elregante/ariete.html>

Mantenimiento

Semanalmente, se deben revisar las captaciones de agua y remover la acumulación de hojas y sedimentos que podrían obstaculizar el paso del agua. Se recomienda un mantenimiento anual de la bomba de ariete para asegurar su funcionamiento permanente, el cual no es más que revisar que el orificio de la válvula se encuentre despejado y libre de suciedades, y que el sello de alta presión de la válvula se encuentre en buenas condiciones (ver manual en: http://www.centrolasgaviotas.org/docs/Manual_ariete.pdf). Adicionalmente hay que tomar en cuenta que en ocasiones el ariete deja de funcionar y debe reactivarse manualmente, lo que podría requerir un chequeo quincenal. No es estrictamente necesario ir hasta el lugar de la bomba, sino acercarse a un lugar desde el cual se la pueda escuchar funcionando. Una complicación que puede darse es el ingreso de aire a la bomba, cuya solución requiere de asistencia técnica para remover las burbujas de aire.

Si un técnico especialista determina que no existen las condiciones para la instalación de una bomba de ariete, se puede optar también por otras tecnologías limpias como bombas que funcionan con paneles solares, molinos de viento o bombas con uso eficiente de energía eléctrica.

Reservorio

El reservorio puede ser un tanque de plástico o de concreto de alta capacidad. Se recomienda que el reservorio tenga una capacidad de 2.500 L, tomando en cuenta que desde este se distribuye el agua hacia toda la finca y que en caso de existir déficit de agua en la fuente es necesario que el agua almacenada satisfaga las necesidades para la producción.

El reservorio debe ubicarse en una parte alta de manera que pueda transportar agua utilizando la gravedad hacia los sitios donde se requiera y debe ser de fácil acceso para realizar limpiezas cuando sea necesario. Adicionalmente, se debe colocar un flotador para evitar que se rebase el nivel de agua. Y, en lo posible, es recomendable contar con un reservorio adicional.

A continuación, se presentan fotografías de un reservorio como ejemplo (Figura 72):

FIGURA 72. RESERVORIO PLÁSTICO DE 2.500 L



En el paso 5 se explica el procedimiento para la limpieza y mantenimiento del reservorio.

Red de distribución

Una red de distribución de agua es un conjunto de tuberías, llaves e hidrantes que cumplen la tarea de llevar el agua desde el reservorio hasta los bebederos e infraestructura de manejo del ganado (ordeño, corrales, entre otros).

La red de distribución parte desde la captación con un tubo de PVC de 2 pulgadas, que luego se conecta con el tanque de captación y posteriormente con la bomba de ariete, desde donde sube hasta el reservorio. En este punto se utiliza una llave de paso que se conecta con la línea madre (por lo regular, manguera o tubo de mayor calibre), la cual atraviesa gran parte del recorrido. Desde esta red se derivan las distintas ramificaciones que llegarán a las diferentes partes del predio, abasteciendo de agua.

Hasta aquí se han explicado las conexiones que llegan al reservorio. Desde el reservorio se instala una llave de paso y una línea madre con hidrante que se conectará a las líneas secundarias (ver Figura 73).

FIGURA 73. LÍNEA MADRE CONECTADA AL RESERVORIO Y A LAS LÍNEAS SECUNDARIAS



Es fundamental que todas las tuberías de la red de distribución vayan enterradas para protegerlas del sol y del pisoteo del ganado. Se recomienda que toda la red de distribución sea colocada en los límites de las divisiones de los potreros e infraestructura, en general, por debajo del alambre y cercas electrificadas para prevenir de mejor manera los daños.

Para las tomas de agua se pueden utilizar hidrantes de toma rápida o llaves simples. Lo ideal es que cada potrero tenga su propia toma de agua, pero también se pueden situar las tomas de tal manera que puedan ser compartidas para varios potreros (ver Figura 74).

FIGURA 74. TOMAS DE AGUA Y LLEGADA A LOS POTREROS



a) Llave de paso; b) hidrante de toma rápida; c) hidrante de toma rápida funcionando; d) ubicación de la toma de agua (hidrante) en el límite entre un potrero y el próximo.

Paso 4. Consumo del agua

Bebederos



Las vacas abreven enseguida del pastoreo de la mañana (post-ordeño), antes y después del mediodía, y antes y después del ordeño matutino y vespertino. De allí la importancia de disponer de bebederos que permitan a los animales tener acceso a voluntad de agua limpia y fresca en todo momento.

Una solución práctica y de bajo costo es la implementación de bebederos móviles que se pueden rotar en todos los potreros. Se pueden construir de diversos materiales como polietileno y acero inoxidable. Es preferible que sean curvos (sin ángulos rectos) para evitar la proliferación de bacterias. Deben ser fáciles de transportar (livianos), fáciles de limpiar y no deben alterar el sabor y composición del agua.

Se pueden construir adecuando tanques plásticos reciclados, por ejemplo, los de 200 L, pero que no hayan sido usados para almacenar químicos o sustancias que pueden resultar tóxicas para los animales. También es posible comprar bebederos móviles comerciales con un costo aproximado de \$80, los cuales vienen armados con flotador.

En las fotografías a continuación se muestran dos ejemplos de bebederos móviles (Figura 75):

FIGURA 75. BEBEDEROS MÓVILES



La instalación de un flotador permite el cierre automático de la válvula para evitar el desperdicio. En la fotografía a continuación se muestra este sistema (Figura 76):

FIGURA 76. SISTEMA DE CIERRE AUTOMÁTICO CON FLOTADOR



Como se menciona en la sección de beneficios, además del ahorro y la disponibilidad permanente de agua, los bebederos móviles ayudan a romper la dominancia entre los animales, consiguiéndose que todos tengan acceso al recurso.

Otros usos: lavado de ubres, equipo e instalaciones



El lavado de la infraestructura, equipamiento y de los animales es esencial para garantizar, por un lado, la salud de los animales y, por otro, la calidad del producto que se oferta, en este caso, de la leche. Esta limpieza de instalaciones y equipos de ordeño debe ser permanente. Agrocalidad (s/f) sugiere que la limpieza debe darse inmediatamente después de cada ordeño para evitar su contaminación. El lavado de las ubres también se realiza en cada ordeño.

Paso 5. Monitoreo y mantenimiento del sistema

Al menos una vez al mes, se deben revisar los componentes de la red hidráulica, especialmente los filtros y llaves, para evaluar su estado y reparar o reemplazar de ser necesario. Esto evita el mal funcionamiento y las fugas. Cada dos meses se deben desinfectar los reservorios utilizando cepillo, agua y cloro.

En caso de que el agua no sea apta al realizar los análisis mencionados en el Paso 1, la decisión correcta sería cambiar la fuente de agua por otra que cumpla con el caudal y calidad necesarios, aprovechándose los materiales con los que se cuenta.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con las actividades de monitoreo y mantenimiento para todos los componentes de la red hidráulica:

TABLA 16. MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA RED HIDRÁULICA

Monitoreo y mantenimiento del sistema			
	Frecuencia	Actividad	Materiales
Captación	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de filtro • Quitar ramas y hojas que pueden obstruir el sistema • Cambio de filtro en caso de que se encuentre dañado • Revisión de fugas en la obra gris 	Cepillo, filtro de repuesto
Bomba de ariete	Quincenal	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar si está encendida • Fugas • Remover burbujas de aire (purgar) 	
Reservorio	Cada dos meses	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Revisión de fugas 	Cepillo, cloro

Red hidráulica: tubería, llaves y filtros	Mensual	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de fugas Cambio de piezas dañadas Revisar que no existan burbujas de aire en la tubería 	Repuestos
Bebederos	Cuando van a ser utilizados por el ganado	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza Llenado 	Esponja
Calidad del agua	Anual	<ul style="list-style-type: none"> Toma de muestras Envío a laboratorio 	Recipiente con tapa de 250-500 ml
Cantidad de agua	Verano e invierno	<ul style="list-style-type: none"> Medición del caudal 	Cubeta, cronómetro, tubo PVC

Materiales básicos para la instalación de la red hidráulica

Materiales	Unidades	Costo unitario estimado \$
Mangueras 2 pulgadas (rollo 100 m)	6	180
Mangueras 1 pulgada (rollo 100 m)	20	70
Uniones de manguera de 2 pulgadas	12	2
Uniones de manguera de 1 pulgada	60	0,80
Collarines de 2 a 1 pulgada	20	4
Collarines de 1 a 1 pulgada	60	2
Llaves de paso de 2 pulgadas	6	16
Llaves de paso de 1 pulgada	10	6
Acoples para manguera de 2 pulgadas a rosca	6	4
Acoples para manguera de 1 pulgadas a rosca	10	2
Hidrantes o tomas rápidas	60	8
Tanque reservorio 2.500 L	1	300
Tanque reservorio 1.000 L (reutilizados de agroindustria)	2	70
Filtro de discos de 2 pulgadas para evitar ingreso de basura a la red hidráulica	2	50

Materiales	Unidades	Costo unitario estimado \$
Filtro de discos de 1 pulgada para evitar ingreso de basura a la red hidráulica	3	20
Bebederos de plástico (armados, incluyen flotador)	10	80
Bebedero en estructura de metal	1	120
Reservorio de 2,5 m ³ (2.500 L) en obra gris	1	700
Bomba de ariete (costo varía según la capacidad de la bomba)	1	1.000
Bomba sumergible (1HP, 1L/s, 80 m elevación en vertical)	1	700



© Ana Carolina Benítez

Módulo 7. El bienestar animal y su importancia en la ganadería

La forma en cómo se trata a los animales influye sobre su bienestar y, además sobre la productividad y rentabilidad. El bienestar animal se define como “el estado de un animal, en relación con su capacidad para adaptarse al medio que lo rodea” (Broom, 1991). Este concepto posee fundamentos científicos y debe ser medible, práctico y repetible. El bienestar animal, además, es una obligación ética del ser humano.

Es un tema que gana cada vez más importancia debido al mayor conocimiento de su relación con la productividad, a la preocupación de la opinión pública sobre el sufrimiento animal, a la elaboración y aplicación de legislación al respecto, y a la globalización y firma de tratados comerciales internacionales que afectan el comportamiento del mercado de los productos de origen animal.



En Ecuador, el bienestar animal está regulado por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, la cual a su vez responde al cumplimiento de la normativa internacional de la Organización Mundial de Sanidad Animal – OIE, de la cual el país es miembro.

Un animal tiene bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado e hidratado, se mantiene seguro y puede expresar formas naturales de comportamiento. En módulos anteriores se ha abordado más ampliamente el tema de la alimentación e hidratación. Este último módulo presenta algunas características y comportamientos comunes de los bovinos y hace recomendaciones específicas sobre los ambientes, las instalaciones y el manejo de los animales que resultan en ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero.

Broom, DM. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*; 69:4167-4175. Reino Unido. Disponible en WWW: https://www.researchgate.net/publication/21376625_Animal_Welfare_Concepts_and_Measurement

Beneficios del bienestar animal

Mejora en la rentabilidad de la actividad ganadera

La presencia o ausencia de estrés es un indicador del bienestar animal. A lo largo de la evolución, las especies han desarrollado mecanismos fisiológicos (baja de fertilidad, reducción de la capacidad de regular la temperatura, reducción de la capacidad de convertir alimento en energía, deshidratación, entre otros) (Herrera-Farfán, Claudia. 2011) y de comportamiento para enfrentarse con el estrés. El buen manejo de los animales evita los factores de estrés y favorece la rentabilidad de la actividad ganadera.

Mejora en la alimentación y la salud

El consumo de alimentos se reduce de un 8% a un 15% con la presencia de estrés (Grandin, 2016), generando pérdida de condición corporal y/o menor ganancia de peso. Adicionalmente, debilita su sistema inmunológico, volviéndolo más susceptible a enfermedades y/o evitando el adecuado efecto de los medicamentos, provocando que muchos tratamientos resulten ineficaces.

Eficiencia reproductiva

El estrés disminuye la intensidad y duración del celo, incluso puede causar que no se presente, lo que disminuye la eficiencia reproductiva, incrementando el intervalo entre partos.

Mejora en la circulación del ganado y la calidad de la leche

El tránsito del ganado genera compactación y erosión en el suelo, favoreciendo la formación de charcos, cárcavas y lodo excesivo. Esto dificulta el paso de los animales, generando estrés, problemas como cojeras y la posibilidad de contaminación de las ubres y posteriores infecciones como mastitis. La conversión alimenticia puede verse afectada negativamente de un 13 a 25% con presencia de lodo con profundidad de 11 a 30 cm que dificulte el tránsito de los animales (Grandin, 2016). La implementación de caminos de vaca ayuda con este problema en los sitios más afectados.

Facilidad en el manejo del ganado

Los animales que reciben buen trato se vuelven más dóciles. Esto facilita su manejo diario, ahorrando tiempo y esfuerzo.

Estabilidad en la productividad

El no proporcionar una dieta adecuada, por ejemplo, alta en balanceados y baja en fibra, genera problemas de acidosis que puede causar una disminución en el consumo de alimentos, reducción de la capacidad de digerirlos y pérdida de grasa en leche, entre otros.

Por otro lado, la mala calidad del agua, dependiendo de su composición química y biológica, puede generar disminución en el consumo de alimentos, problemas digestivos, pérdida de condición corporal, alteraciones reproductivas y/o abortos, alta mortalidad, temblores musculares y daño hepático. Los animales que tienen que recorrer distancias superiores a 250 m para acceder al agua, reducen el consumo de forraje, lo que también reduce la eficiencia y uniformidad del pastoreo.

Reducción de pérdidas en el desposte

Dietas no adecuadas ocasionan abscesos hepáticos. Los abscesos hepáticos ocasionan el retiro del 54 al 64% de los hígados en camales (Gormas, G. Serrano, J. 2011; Granja – Salcedo et ál. 2012).

Por otro lado, un mal manejo en finca y/o transporte, puede generar lesiones que comprometan la calidad de la carne. La cuantificación de la pérdida de carne por lesiones evidencia que el 48% de carcasas evaluadas en camal presenten al menos una lesión, y el 86% de las lesiones se presentan en la parte posterior, donde se encuentran los cortes de mayor calidad (Huertas, 2003).

Granja-Salcedo, YT; Ribeiro-Junior, CS; Toro-Gómez, DJ; Rivera-Calderón, LG; Machado, M; Manrique-Ardila, A. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria "REDVET". Volu-men 13, N 4. ISSN 1695-7504. Consultado 24-11-2018. WWW: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412/041210.pdf>

Gormas, G; Serrano, J. 2011. Laminitis en Bovinos (en línea). Productos & Servicios Ganaderos "PROSEGAN". Finca Villa María. Km. 2 vía Zapatocha, Bucaramanga, Santander, Colombia. Consultado 24-11-2018. WWW: <http://jairoserrano.com/2011/08/laminitis-en-bovinos/>

Herrera – Farfán, Claudia. 2011. Indicadores Fisiológicos de estrés en Ganadería Bovina (en línea). Centro de Formación Agroindustrial SENA Regional. Huila, Colombia. Consultado 24-11-2018. Disponible en WWW: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/indicadores-fisiologicos-estres-ganaderia-t28777.htm>

Grandin, T. 2016. Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. Department of Animal Science, Colorado State University, USA. Veterinary and Animal Science 1 (2016) 23–28. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451943X16300278>

Huertas Canén, S. 2003. La importancia del Bienestar Animal en la Cadena Cárnica, Experiencia Uruguaya. Universidad de la República Oriental del Uruguay, Facultad de Veterinaria. Uruguay.

¡Haga números!

Si:

12-15 L prom./vaca x Lactancia 305 días
= 3.660 – 4.575 L.

Precio de sustentación \$0,42.

• **Mastitis reduce la producción en 15%** = -549 a 686 L = **\$230 a \$288 de pérdida / lactancia / vaca.**

• **Cojeras reducen la producción en 20%** = -366 a 458 L = **\$153 a \$192 de pérdida / lactancia / vaca.**

• **Manejo agresivo reduce la producción en 10%***
= -366 a 458 L = **\$153 a \$192 de pérdida / lactancia / vaca.**

*Temple Grandin (1999)

Si:

400-450 kg peso de sacrificio.

Precio mínimo reportado*:

\$3,19 / kg – a la canal

\$1,68 / kg – en pie (prom. Categorías)

• **Parasitosis reduce la ganancia de peso en 10%**
= -40 a 45 kg / animal = **-\$67 a \$75 de pérdida / animal vendido en pie.**

• **Decomisos por lesión: -2 kg prom. / canal =**
-\$6,38 de pérdida / animal vendido a la canal.

*Sistema de Información Pública Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Noviembre 2018.

Pasos para la implementación de la práctica

¿Qué factores afectan el bienestar del ganado?

Los cinco principios, conocidos como “las cinco libertades”, para garantizar el bienestar animal son:

TABLA 17. CINCO LIBERTADES PARA EL BIENESTAR ANIMAL

Libertad de hambre y sed	acceso a agua y a una dieta suficiente y apropiada para mantener su salud
Libertad de dolor y enfermedad	medicina preventiva, diagnóstico y medicina curativa oportuna
Libertad de incomodidad	un entorno apropiado que incluya refugio y un área de descanso
Libertad de miedo y angustia	condiciones y cuidados que eviten su sufrimiento mental
Libertad para expresar su comportamiento natural	asegurando la compañía de otros animales de su especie y respetando su jerarquía social natural

(Consejo Británico de Bienestar de Animales de Producción – FAWC por sus siglas en inglés, 1979)

El bienestar de los animales involucra la interacción de tres elementos:

- 1) Cómo enfrenta el animal las circunstancias de acuerdo a su temperamento y a cómo ha sido manejado anteriormente
- 2) La funcionalidad de las instalaciones; y
- 3) La interacción de la persona encargada y los animales

Cuando los tres elementos están en armonía, se reduce el estrés y se consigue el bienestar y sus beneficios.

Consejo Británico de Bienestar de Animales de Producción – FAWC (por sus siglas en inglés). 1979. Press Statement. Reino Unido. Consultado el 24 de Noviembre de 2018. Disponible en: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>

Grandin, T. 1999. Hoard's Dairyman - Reducing fear improves milk production. Department of Animal Science, Colorado State University, USA.

Sistema de Información Pública Agropecuaria - SIPA, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2018. Precios – Consulta por producto. Ecuador. Consultado el 24 de Noviembre 2018. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>

Paso 1. Adecuación de ambientes e instalaciones

El primer paso es garantizar instalaciones y ambientes apropiados para brindar a los animales los cuidados necesarios (alimentación, hidratación y atención veterinaria), para que se sientan cómodos y para que puedan expresar su comportamiento natural. Las siguientes son guías para los tres espacios principales en donde se maneja el ganado: a) potreros y corrales, b) caminos; y c) establo y otra infraestructura de manejo.

Potreros y corrales

- Como se mencionó en el Módulo 6 (El Plan Hidrológico de la Finca), se debe asegurar la disponibilidad de agua, en calidad y cantidad suficiente, todo el tiempo, minimizando la distancia que los animales deben recorrer para acceder a la misma.
- Los animales deben contar también con suficiente alimento y de acuerdo a sus requerimientos nutricionales. El Módulo 2 (Mejoramiento del Sistema de Pastoreo) establece lineamientos para el manejo de potreros de forma que se optimice la nutrición de los animales y se mejore la productividad.
- Es necesario que los animales encuentren espacios de sombra ya sea artificial o implementando silvopasturas (árboles en los potreros). La misma les protegerá también de la lluvia.
- Las áreas deben ser suficientes para que cada animal pueda estar de pie, tumbarse y darse la vuelta sin dificultad. En caso de corrales, los pisos deben mantenerse siempre limpios, cuidando que no se mantengan húmedos y garantizando que la superficie no sea demasiado resbalosa.
- Por último, los alambrados eléctricos deberán diseñarse, utilizarse y mantenerse de manera tal que, durante el manejo, los animales reciban el impacto adecuado y suficiente para el aprendizaje por este reflejo condicionado, pero que no produzca daños en su salud.

Caminos

- Dentro de los caminos, el paso de los animales debe estar despejado.
- Las actividades cotidianas en una finca ganadera exigen que el ganado se desplace varias veces en el día. Existen caminos por donde transitan más frecuentemente o que están en laderas, que se erosionan, formándose cárcavas en donde se acumula agua y se forma lodo (ver Figura 77).

FIGURA 77. CÁRCAVAS EN FINCA GANADERA



Con el objetivo de facilitar el desplazamiento del ganado en estos sitios se recomienda la construcción de "caminos de vacas" (ver Figura 78). Para implementar esta práctica, lo primero es identificar el o los sitios más problemáticos. Una vez seleccionados, se procede a realizar el trazado, mediante el uso de piolas de albañilería. La medida de ancho recomendable para vacas de producción lechera es entre 70 y 80 cm.

Para nivelar el terreno, se elige un punto de referencia y se cava o rellena con palas y azadones a lo largo de toda la superficie del camino. Posteriormente, se compacta y afirma el terreno con la ayuda de compactadores manuales o mecánicos. Se coloca una capa de ripio o material grueso de 5 cm de espesor y una capa de un ancho igual de arena, la cual debe ser nivelada utilizando codales de albañilería.

Por último, se instalan adoquines sobre la arena nivelada. Se construyen los bordillos a los lados del adoquinado para dar sostén al camino. Se rellenan las juntas entre adoquines con arena y se pasa una escoba de cerdas duras para quitar el exceso de arena. Al largo plazo, el mantenimiento consiste en revisar los bordillos y ajustarlos para evitar que se desarme el adoquinado y reemplazar adoquines defectuosos o regresarlos al puesto si se han movido

FIGURA 78. CAMINO DE VACAS

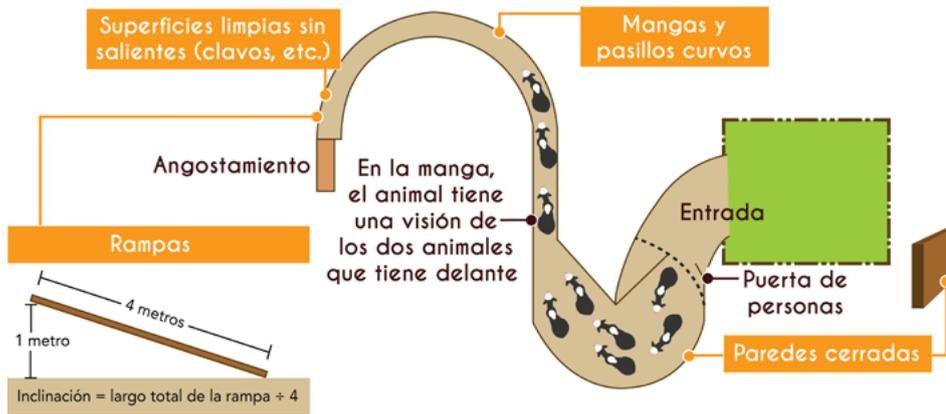


Para un camino de 0,7 m de ancho, el costo aproximado por cada metro es de \$10. Sin embargo, los beneficios económicos se pueden ver directamente reflejados en la calidad de la leche (menos contaminación por bacterias - mejor precio), además del menor gasto en tratamientos veterinarios por problemas de cojeras (panadizo).

Establo y otra infraestructura de manejo

- Diseñe las instalaciones de manera que no presenten salientes como palos, clavos, astillas, alambres, esquinas en ángulos rectos o agudos, entre otros, que puedan provocar lesiones, afectando los cueros y la canal.
- Evite contrastes de luminosidad. El ganado se mueve mejor de áreas oscuras a más iluminadas. Evite reflejos en el suelo y/o sombras.
- Construya mangas y pasillos curvos, estos trabajan con el instinto natural del ganado de moverse en círculos, y facilitan el manejo, ya que los animales no pueden ver el final y suponen que están regresando al lugar de donde vinieron.
- Prefiera paredes cerradas para evitar que los animales vean a los operarios. No deje objetos en las paredes y postes de mangas y/o pasillos, ya que esto también distrae al animal.
- Si requiere construir rampas, se recomienda que la inclinación no exceda el 25% del largo total de la misma (si la rampa es de 4 m de longitud, la altura no deberá exceder 1 m), y preocúpese que la superficie sea antideslizante.
- Recuerde que, para periodos de confinamiento, debe considerarse un área por animal suficiente para que puedan estar de pie, tumbarse y darse la vuelta, sin dificultad.
- Brinde un adecuado mantenimiento a las instalaciones. Los pisos deben mantenerse limpios, lo más secos posible y tener superficies no resbalosas.

FIGURA 79. ESTABLO DE ACUMULACIÓN PARA EL MANEJO



Paso 2. Manejo de los animales

Conozca a sus animales

Para toda práctica cultural a realizar con el ganado, se deben conocer sus principales rasgos y reacciones comportamentales, de forma que se las pueda usar para beneficio del ganadero, facilitando las labores, ahorrando tiempo y recursos, y haciendo más eficientes los procesos. A continuación se destacan algunos puntos:

- Los bovinos son animales de rebaño, se sienten más seguros estando en grupo y harán lo posible por volver a él cuando son separados. Sincronizan actividades como el pastoreo y la rumia.
- Dentro de un hato establecen relaciones jerárquicas. Los factores que determinan dicha jerarquía son el peso, el tamaño, la edad, el sexo y la presencia/ausencia de cuernos.
- Son animales sensibles a ruidos fuertes y se dificulta su manejo con la presencia de éstos. Los sonidos agudos e intermitentes son los más estresantes.
- Tienen excelente memoria, por lo que recordarán buenos y malos tratos, y hasta al manejador que los proporciona y el lugar donde ocurren. No reconocen rostros humanos, sin embargo, reconocen olores, voces, vestimentas y algunos objetos.
- El rango visual binocular (que puede enfocar con ambos ojos) es reducido ya que, al ser animales de presa, los ojos se encuentran ubicados a los laterales de la cabeza, esto hace que su percepción de profundidad sea limitada. Por el contrario, su visión monocular (con un solo ojo) es un rango amplio, precisamente por ser presas, ya que, en la vida natural, esto les permitiría estar atentos a los potenciales predadores. Adicionalmente, poseen un Punto Ciego, ubicado detrás de la cabeza y otra área pequeña en el frente de la cara, en ambos rangos les es imposible ver del todo (ver Figura 80). Los bovinos ven en blanco y negro, y sólo pueden percibir los colores amarillo y azul, esto debe considerarse para el manejo y diseño de instalaciones.

FIGURA 80. REFERENCIA DEL RANGO VISUAL DEL GANADO



Fuente: Animal-i – World Animal Protection: STEPS, Improving animal welfare at Slaughtering (2008)

- Requieren un espacio individual o un área imaginaria a su alrededor que cuando es penetrada por otro, causa una reacción de alejamiento para sentirse cómodo o seguro. Esta varía según la raza e incluso las experiencias del animal (ver Figura 81).

FIGURA 81. ESPACIO INDIVIDUAL DEL GANADO PARA EL MANEJO DEL GANADO



Fuente: Animal-i – World Animal Protection: STEPS, Improving animal welfare at Slauther (2008)

- Otro concepto importante a comprender es el punto de equilibrio. Se trata de una línea imaginaria que cruza sobre los hombros del bovino. Cuando la persona está detrás de ella el animal se moverá hacia adelante (ver Figura 82).

FIGURA 82. PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL MANEJO DEL GANADO

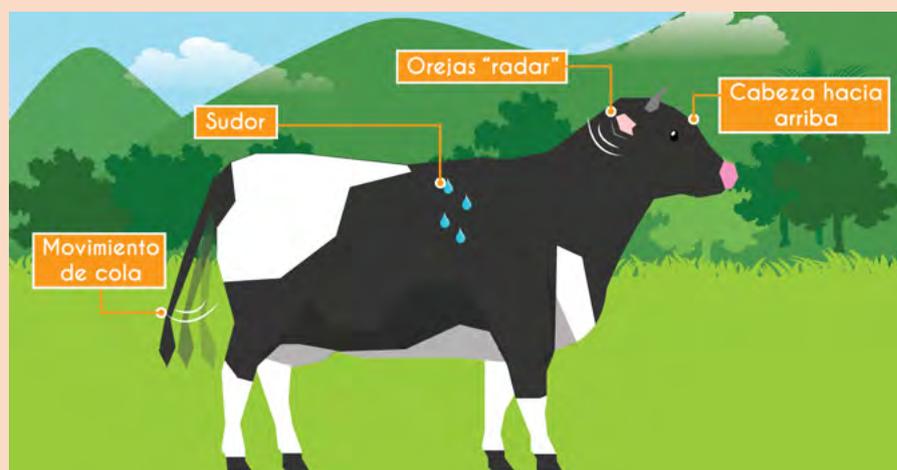


Fuente: Animal-i – World Animal Protection: STEPS, Improving animal welfare at Slauther (2008)

Los siguientes son signos de estrés

- Oreja "radar": las orejas se mueven continuamente y hacia las cosas que inquietan al animal.
- Cabeza hacia arriba: vigilante y mirando a su alrededor.
- Movimiento de cola: aumenta la velocidad del movimiento de la cola, en la medida que aumenta el miedo.
- Sudor: cuando ha habido demasiado esfuerzo.

FIGURA 83. SIGNOS DE ESTRÉS DEL GANADO



Recomendaciones para el manejo

En base a lo señalado en la sección anterior, se hacen las siguientes recomendaciones para el manejo de los animales:

- En general, los animales que reciben buen trato se vuelven más dóciles.
- Al momento de movilizar el ganado o de aproximarse al mismo para realizar alguna actividad, el estímulo debe generar la reacción adecuada para que se pueda trabajar con ellos (ver Tabla 18):

TABLA 18. REACCIÓN DE ACUERDO AL NIVEL DE ESTÍMULO



<i>Dormir</i>	<i>Comer</i>	<i>Caminar</i>	<i>Temer</i>	<i>Huir</i>
No estímulo		Nivel ideal de estímulo para trabajar con los animales	Demasiado estímulo	

(Animal-i – World Animal Protection: STEPS, Improving animal welfare at Slaughter, 2008)

- El manejo grupal de los animales da mejores resultados. No los separe o los segregue; de requerir aislar a un individuo, hágalo con corrales.
- Cuando las relaciones jerárquicas son alteradas, los animales pueden presentar reacciones agresivas entre ellos. Considere esto también cuando forme lotes de ganado.
- Evite los ruidos fuertes, agudos e intermitentes, por ejemplo, el ladrido y acoso de perros mal entrenados que además de ponerlos nerviosos pueden propiciar el contagio de enfermedades como la neospora (*Neospora caninum*), una enfermedad incurable que causa abortos, periodos alargados entre partos, menor producción de leche y una tasa de sacrificio elevado (Delgado et al. 2018). En la actualidad, es complicado conseguir la vacuna en Ecuador, en muchos casos es necesario importarla de otros países. Para prevenir el contagio, se debe evitar el acceso de los perros a las placetas o restos placentarios y evitar la contaminación de los alimentos del ganado con heces de perros.

Los perros de finca



© Juan Carlos Cabezas

Delgado, A; Sandoval, R; Montenegro, M. 2018. Neosporosis bovina: un problema latente en la ganadería (en línea). Actualidad Ganadera. Calle Las Esmeraldas 239 - 241 Urb. San Antonio – Bellavista. Callao, Perú. Consultado 24-11-2018. Disponible en WWW: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/neosporosis-bovina-un-problema-latente-de-la-ganaderia.html>
World Animal Protection; Animal-i. 2008. Improving animal welfare at Slaughter - Cattle. Reino Unido.

Además de ser compañía, los perros de finca apoyan como guardianes y pastores. Al momento de seleccionar un perro para este fin, es importante fijarse en su capacidad de adaptación a las condiciones de la finca y el trabajo.

En este sentido, un punto fundamental a considerar es la cantidad de pelo. En climas cálidos una cantidad abundante podría causar en el perro estrés calórico permanente, además de volverlo presa fácil para las garrapatas y otros parásitos externos. Por otro lado, los perros con poco pelo no podrían adaptarse a climas fríos. Muchas veces, la mejor alternativa es un perro criollo o media sangre que ha nacido y se ha criado en la región y está adaptado a las condiciones del ambiente.

Los animales que se destinen para actividades ganaderas deben ser entrenados, dóciles y no agresivos y siempre atentos a la orden de su cuidador. Al igual que el ganado, su bienestar debe estar garantizado (ver Tabla 17: Cinco libertades). Hay ciertas consideraciones específicas a tomar en cuenta para perros de finca:

- Requieren una dieta con un alto contenido calórico y acceso permanente al agua por la cantidad de actividad física que realizan a diario
- Por estar expuestos a condiciones más extremas que los perros de casa, es fundamental mantener el cuadro de vacunación que recomiende el veterinario al día
- Tener especial cuidado con el control parasitario tanto de parásitos internos como externos (ectoparásitos)
- Un refugio apropiado para su descanso y para guarecerse de las condiciones climáticas
- Un buen trato que valide su labor y asegure su bienestar mental

• Como se menciona en la sección anterior, las vacas tienen buena memoria, relacionando fácilmente lugares y personas con el trato que reciben. Por ello, se recomienda, por ejemplo, que no lleve a cabo tratamientos veterinarios que causen molestia o dolor en las instalaciones de ordeño ni por los ordeñadores. Sin embargo, si el personal es polifuncional, es mejor que utilice un color de vestimenta diferente para una actividad cotidiana que para una actividad necesaria pero que genere estrés en los animales.

• Entender las limitaciones visuales, la zona de fuga y el punto de equilibrio facilita el manejo de los animales. No permita que nadie se coloque en frente del animal, ni en campo ni en mangas o corrales. Arree los animales con calma, de preferencia en grupos pequeños y deles aproximadamente 20 minutos para descansar antes de dirigirlos a la siguiente actividad.

• Para dirigir el movimiento y estimular el desplazamiento de los animales, se recomienda el uso de banderas, bolsas de plástico, palos con botellas y piedras en el interior, silbidos, sonidos guturales (de la garganta) o voces suaves y monótonas. Evite el uso de elementos rígidos y corto-punzantes, así como el uso inadecuado del bastón eléctrico. El bastón eléctrico debe utilizarse únicamente en la parte posterior de animales adultos, en animales que se reusan a moverse, por un periodo no mayor a un segundo con pausas entre cada toque. No debe usarse repetidamente si el animal no reacciona ante este estímulo.

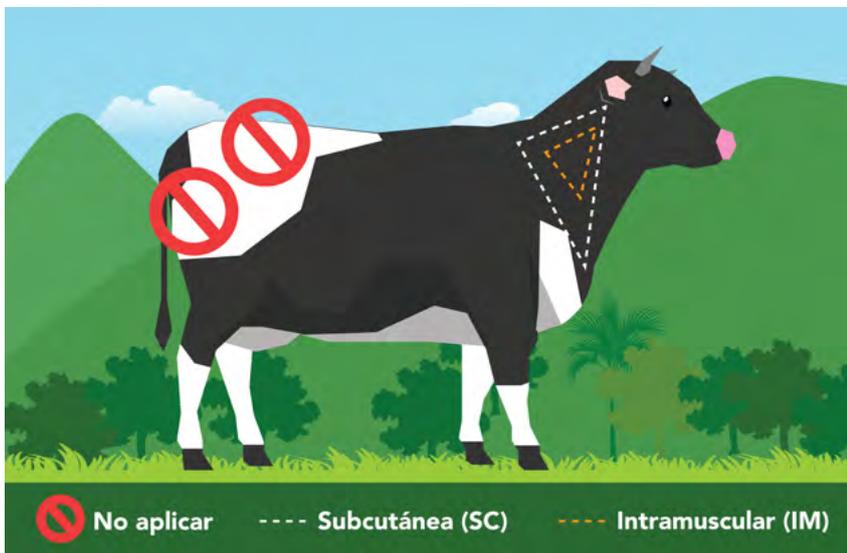
• Se debe estar atento a señales de dolor, como la postura. Una postura curva indica dolor (ver Figura 84) principalmente por el padecimiento de afecciones en aparato locomotor (encargado del movimiento). Animales con dolor no se moverán con la agilidad deseada para la realización de las actividades cotidianas.

FIGURA 84. POSTURA CURVA INDICANDO DOLOR



- La identificación es obligatoria. Coloque los aretes o caravanas antes de los seis meses de edad. Asegúrese de colocarla adecuadamente en la parte más delgada de la oreja para reducir la reacción inflamatoria y la probabilidad de sangrado y presencia de mosca.
- La castración se recomienda realizarla al mes del nacimiento o hasta los seis meses de edad de los terneros, debiendo ser practicada por personal entrenado. En caso de haberse superado esa edad se hará según las prescripciones de la cirugía veterinaria. La castración permite mayor docilidad en el manejo de los animales.
- El descorne: los cuernos pueden ser causa de lesiones en el ganado, disturbios entre ellos o representar un peligro para los trabajadores. Se aconseja descornar antes de los 14 días, por cauterización directa con hierro caliente del botón o protuberancia córnea, o inmediatamente después de su extirpación superficial a cuchillo. En animales mayores con cuernos desarrollados se hará según las prescripciones de cirugía veterinaria.
- Al fin de evitar el deterioro de cortes de alto valor comercial, se promueve la aplicación de inyectables en la región de las tablas del cuello (ver Figura 85). El uso y administración de productos veterinarios debe estar a cargo de personal idóneo, además se deben llevar registros de administración de fármacos y respetar el tiempo de espera a fin de evitar residuos en la carne o la leche.
- Se procurará evitar el sufrimiento innecesario, con aplicación de eutanasia en aquellos casos que se determinen como irreversibles.

FIGURA 85. ZONA PARA LA APLICACIÓN DE INYECTABLES



Fuente: Animal-i – World Animal Protection: STEPS, Improving animal welfare at Slaughter (2008)

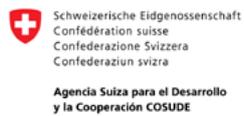
- Si es necesario trasladar los bovinos, utilice la densidad adecuada para la carga de los camiones, que es entre los 360 kg/m² a 500 kg/m² (Gallo, 2008).
- Para mejorar los resultados en el manejo del ganado de manera más eficiente, se recomienda seleccionar y entrenar a personal idóneo. En muchos lugares, el maltrato a los animales está normalizado y la gente piensa que es la única manera de hacerlo. Para conseguir un cambio en estas conductas se debe sensibilizar en base a las razones expuestas en este módulo, reforzando comportamientos positivos hasta que el operario vea resultados en un trabajo que se torna más fácil y satisfactorio.

De requerirse cambios en el manejo de los animales, se recomienda hacerlos de uno en uno, para que pueda evaluar los resultados.





Con el apoyo de:



ISBN: 978-9942-809-05-6



9 789942 809056

