



Planificación de la carga animal bovina en función del manejo y rotación de potreros con enfoque sostenible

Alianza



El campo es de todos

Minagricultura

La Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) brinda soluciones científicas que abordan las crisis mundiales de malnutrición, cambio climático, pérdida de la biodiversidad y degradación ambiental.

La Alianza se enfoca en el nexo entre agricultura, nutrición y medio ambiente. Trabajamos con socios locales, nacionales y multinacionales en África, Asia y América Latina y el Caribe, y con los sectores público y privado y la sociedad civil. Con colaboraciones novedosas, la Alianza genera evidencia e integra innovaciones para transformar los sistemas alimentarios y los paisajes a fin de sostener el planeta, impulsar la prosperidad y nutrir a las personas en medio de una crisis climática.

La Alianza es parte de CGIAR, el mayor consorcio mundial en investigación e innovación agrícola para un futuro sin hambre, dedicado a reducir la pobreza, contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y mejorar los recursos naturales.

www.alliancebioiversityciat.org

www.bioiversityinternational.org

www.ciat.cgiar.org

www.cgiar.org

Planificación de la carga animal bovina en función del manejo y rotación de potreros con enfoque sostenible

Pablo Andrés Robledo Salgado
Luis Felipe Garnica Gómez

Alianza



CGIAR

Science for a food-secure future



Bioversity
International



Centro Internacional de Agricultura Tropical
Desde 1967 Ciencia para cultivar el cambio



El campo
es de todos

Minagricultura

Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Sede Regional para las Américas

Km 17 Recta Cali-Palmira. C.P. 763537

Cali, Colombia

Teléfono: (+57 2) 4450000

Website: alliancebioiversityciat.org

Cita correcta

Robledo Salgado PA; Garnica Gómez LF. 2021. Planificación de la carga animal bovina en función del manejo y rotación de potreros con enfoque sostenible. Publicación CIAT No. 510. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 41 p.

Acerca de los autores

Pablo Andrés Robledo Salgado, Asociado de Investigación Senior, Alianza de Bioversity International y el CIAT, Cali, Colombia. p.robledo@cgiar.org

Luis Felipe Garnica Gómez, Profesional - Ganadería Sostenible, Dirección de Innovación Desarrollo Tecnológico Protección Sanitaria, Bogotá, Colombia, luis.garnica@minagricultura.gov.co

Créditos fotografías: A menos que se indique lo contrario, el crédito de las imágenes utilizadas en este documento corresponde al CIAT.

Diseño y diagramación: Lorena García

© CIAT 2021. Algunos derechos reservados

Esta publicación cuenta con una licencia

Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License (CC-BY-NC)

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

Agradecimientos: Gracias a la desinteresada labor educativa y al compromiso ambiental de la Asociación Colombiana de Ganadería Regenerativa - ACOGANAR, a la Empresa Las Carolinas con las haciendas Las Carolinas y Bélgica (Sucre), Hacienda Verona (Zambrano - Bolívar), Los Nogales (El Carmen de Chucurí - Santander), La Cascada (Victoria - Caldas), Villa Real (Fortul - Arauca), Chimichagua (Tame - Arauca), a la ayuda en campo de los asistentes técnicos del proyecto PIRPAG: Carlos Alberto Blanco y Daniel Candamil, y al equipo de Chiquito producciones por su apoyo profesional audiovisual.

La Alianza de Bioversity International y el CIAT propicia la amplia disseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga de ellas el máximo beneficio. Por tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales de la Alianza de Bioversity y el CIAT para fines no comerciales. Sin embargo, la Alianza prohíbe la modificación de estos materiales y espera recibir los créditos merecidos por ellos. Aunque la Alianza elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.

Contenido

Introducción	3
Prácticas para una ganadería sostenible a partir del mejoramiento biológico del suelo	5
Planificación de la carga animal de la finca	13
1. Planificación del uso del suelo del territorio y de la finca	13
2. Planificar la captación, tratamiento, uso y distribución del agua	16
3. Planeación del recurso forrajero en pastoreo	21
4. Planificar las rotaciones	32
5. Estrategias de planificación para la época crítica	34
Consejos prácticos finales para iniciar el proceso de rotaciones con enfoque sostenible	38
Bibliografía.....	41
Anexo	42

Tablas

Tabla 1	Cronograma general de acciones para alcanzar el mapa soñado	14
Tabla 2	Consumos estimados de acuerdo al peso y la producción.....	18
Tabla 3	Muestreo de aforo en 20 ha planas (lote 1).....	24
Tabla 4	Muestreo de aforo en 6 ha de loma (lote 2)	25
Tabla 5	Relación entre aforos promedio por m ² , duración del ciclo de la rotación y capacidad de carga animal en UGG/ha	30
Tabla 6	Relación entre aforos promedio por m ² , duración del ciclo de la rotación y capacidad de carga animal en kg/ha	30

Figuras

Figura 1	Principales medidas recomendadas para adoptar gradualmente una reconversión ganadera hacia sistemas sostenibles	3
Figura 2	Mapa planificación del uso del suelo actual y proyectado.....	14
Figura 3	Tanques sedimentadores tipo cúbico con filtro y cónico sin filtro	16
Figura 4	Filtro lento de arena y grava	16
Figura 5	Distribución de agua en un sistema rotacional	20
Figura 6	Ubicación sugerida de un bebedero móvil	20
Figura 7	Curva de crecimiento de un pasto típico.....	32
Figura 8	Formas correctas e incorrectas de distribuir las parcelas en torno al agua.....	33
Figura 9	Planificación con zona de pastoreo para la época crítica.	36



Introducción

La ganadería bovina es la actividad económica con mayor presencia en el campo colombiano. Se desarrolla en todas las regiones, en todos los pisos térmicos, en todas las escalas de producción y también en diversas especialidades: cría, levante, ceba, lechería especializada y doble propósito. A su vez, es la principal actividad agropecuaria del país, en términos del valor anual de la producción, que equivale a 2,1 veces el sector avícola, 3 veces el sector cafetero, 3,1 veces el sector floricultor, 4,4 veces el sector porcícola, 5,3 veces el sector bananero y 8 veces el sector palmicultor. Además, la ganadería genera 810.000 empleos directos, que representan el 6% del empleo nacional y el 19% del agropecuario.

A la ganadería en Colombia, se le atribuyen impactos negativos sobre el medioambiente, como el daño a los suelos por los efectos de compactación, erosión y degradación, contaminación medioambiental, lo que a su vez influye sobre el recurso hídrico, así como la deforestación y el alto nivel de emisiones

de gases de efecto invernadero (GEI), entre otros. Sin embargo, se desconoce que los sistemas ganaderos sostenibles no afectan, sino que, por el contrario, mejoran las condiciones ambientales y de productividad de las fincas, incrementando los ingresos para el productor y mejorando sus condiciones de vida. Es importante adelantar actividades de difusión de las bondades económicas, sociales y medioambientales de estos sistemas para que los productores y las cadenas de valor de carne y leche, los adopten de manera masiva.

Ortiz et al. (2019), en su documento “Lineamientos para el diseño de programas y proyectos de ganadería sostenible”, enuncian las principales medidas que se recomiendan para una reconversión gradual de la ganadería hacia sistemas ganaderos sostenibles, haciendo énfasis en la necesidad de iniciar con medidas básicas y algunas complementarias, que serán tratadas en el desarrollo del presente documento.

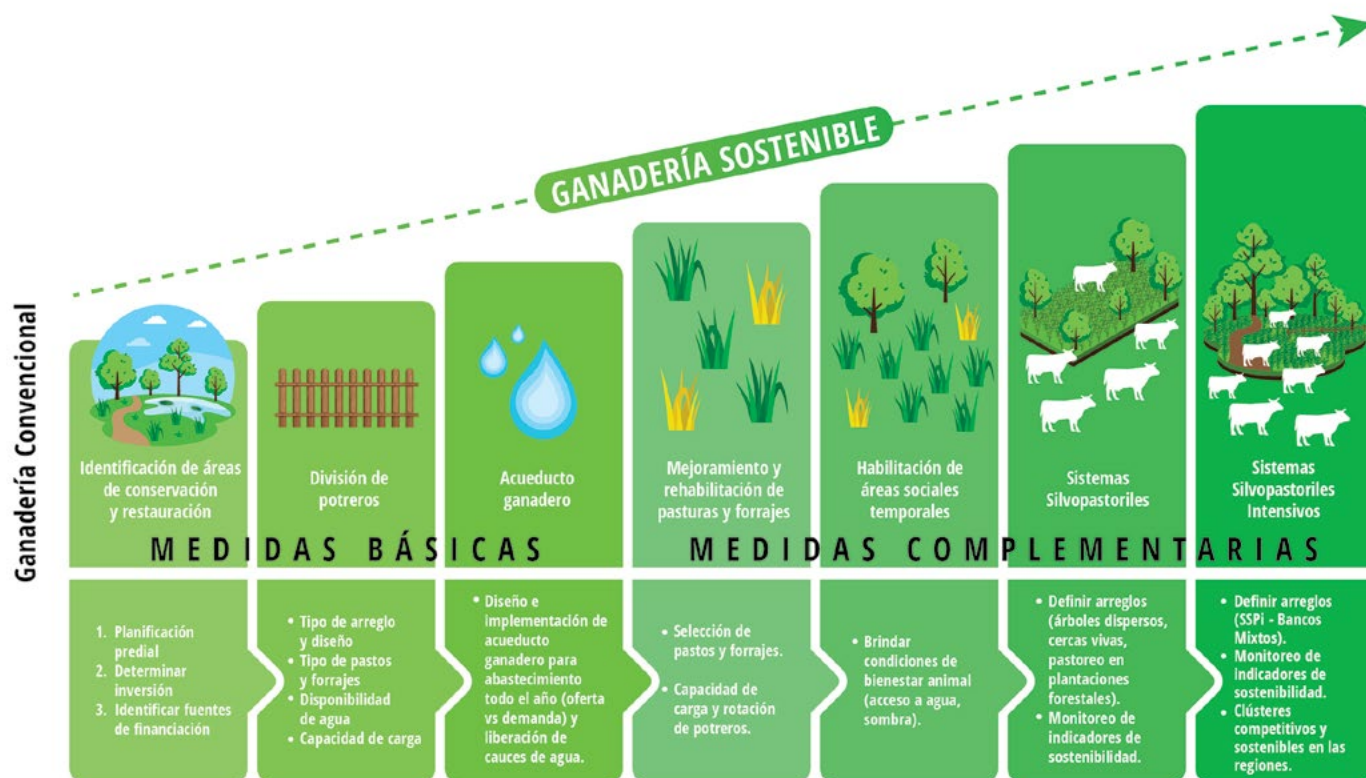


Figura 1. Principales medidas recomendadas para adoptar gradualmente una reconversión ganadera hacia sistemas sostenibles.

Fuente: Adaptado de Ortiz et al. (2019).

Este material se enfoca en el concepto de Agricultura Regenerativa que, de acuerdo con la Universidad de California y la iniciativa mundial *The Carbon Underground*, corresponde a aquellos alimentos producidos bajo prácticas que restauran y mantienen sistemas naturales y ciclos de agua y carbono, produciendo de forma más saludable y sostenible para consumidores, el planeta y el clima. El objetivo es mejorar los procesos biológicos del suelo e incrementar su contenido de materia orgánica, como mecanismo fundamental para soportar un ecosistema sano.

La base de una ganadería rentable y sostenible se alcanza con el buen uso del suelo de la finca y, especialmente, de las áreas de pastoreo, ya que el suelo es el componente fundamental de la vida en el planeta y, por lo tanto, de nuestros sistemas

productivos. Un buen manejo de la ganadería los enriquece y mejora su fertilidad de forma acelerada y progresiva. La materia orgánica del suelo crece y se reproduce cuando se le permite; esta se constituye esencialmente de carbono, y su compleja red de organismos vivos facilitan el transporte de nutrientes y agua, generando la vida misma.

Al entender, respetar y promover en una forma lógica esta simple relación entre el suelo y la vida, el ganadero será libre, feliz, más eficiente en su producción y ambientalmente responsable.



Para ver testimonios de ganaderos con un sistema exitoso y sostenible, ver videos en Anexo.



Prácticas para una ganadería sostenible a partir del mejoramiento biológico del suelo

Cero o mínima labranza: La labranza tradicional destruye la estructura y las comunidades biológicas, invirtiendo las capas del suelo y exponiéndolo a la luz solar, la desecación y la erosión por viento y agua. Al contrario, al sembrar sin labranza o con mínima labranza, se promueve la agregación del suelo, la captura de carbono atmosférico, como parte de la materia orgánica, y la infiltración y la retención de agua. Sin embargo, esta regla no se cumple en el sentido estricto para todos los suelos,

ya que algunos, muy compactados por años de malas prácticas, se benefician de subsoleos o del paso de cinceles de forma única u ocasional, incrementando el desarrollo de raíces y los rendimientos productivos.

En la imagen, se observa la aparición de forraje sobre un campo sin arar, los residuos de la cosecha anterior cubren el suelo y lo protegen de la lluvia, el viento y el sol, mientras se van incorporando a su materia orgánica.



En esta imagen, se observa a la izquierda el maíz sembrado bajo agricultura de conservación (labranza cero, retención de residuos y rotación de cultivos) con una mayor salud y productividad. Mientas que a la derecha, se contrasta con métodos tradicionales de cultivo (labranza, remoción de residuos y sin rotación de cultivos), fenómeno que se comporta de forma muy similar en los forrajes en pastoreo.



Foto: CIMMYT

Uso de abonos verdes, orgánicos y cultivos

microbianos: La fertilidad del suelo se incrementa biológicamente en sistemas regenerativos, a través de la aplicación de cultivos de cobertura, rotación de cultivos, composta, extractos de cultivos microbianos y estiércol animal, que restauran todo un sistema vivo que media la sana relación entre las plantas y el suelo, para promover la liberación, transferencia y reciclaje de nutrientes esenciales y agua.

El maíz es uno de los cultivos que puede servir como ingreso adicional al cosechar la mazorca, mientras el resto de la planta se puede incorporar al suelo como abono verde, teniendo la alternativa de ser pastoreado directamente, o picado y rociado, por ejemplo, con biopreparados que aceleren su degradación e incorporación al suelo.



Restricción de fertilizantes sintéticos: Su uso ha creado desbalances en la estructura y función de las comunidades microbiológicas del suelo, bloqueando la adquisición natural de nutrientes para las plantas y creando fincas dependientes de insumos, con baja capacidad para soportar cambios en las condiciones climáticas, sanitarias y de mercado, es decir, son poco resilientes. Se ha demostrado que la aplicación de fertilizantes sintéticos contribuye al cambio climático a través del costo energético de producirlos y transportarlos, por su descomposición química y migración a cuerpos de agua y atmósfera, la distorsión de las comunidades microbianas del suelo y la acelerada pérdida de funcionalidad de la materia orgánica. En caso de hacer uso de fertilizantes, este debe ser altamente racional y enfocado en mejorar las relaciones complejas del suelo y el aumento sostenible de la oferta forrajera.

Restricción de controladores de plagas, herbicidas y medicamentos de poca selectividad:

Se evita el uso de sustancias químicas, orgánicas o biológicas no selectivas, especialmente sobre las praderas, o de medicamentos como ivermectinas y doramectinas, ya que su aplicación en hatos de forma habitual genera detrimento en la biología del suelo. Se da prioridad al uso de especies vegetales

y animales con alta adaptación a las condiciones agroclimáticas para producir con una mínima asistencia sanitaria.

Los cucarrones estercoleros, las lombrices, aves, moscas, entre otros animales, así como los hongos y microorganismos trabajan gratis para el ganadero, para darle un suelo más sano y fértil. Lo único que necesitan es que no se les apliquen sustancias que los afecte o elimine.

Cada cucarrón estercolero hace cavernas profundas en el suelo para transportar su alimento, así promueve una rápida y efectiva fertilización orgánica y la aireación o “arado natural” del suelo.



Promoción de la biodiversidad (suelo – cobertura – paisaje): La construcción de la diversidad biológica de un ecosistema inicia con la inoculación de los suelos con estiércol, composta (es el abono producido a partir de la descomposición de los desperdicios orgánicos vegetales y animales) o extracto de composta para restaurar las poblaciones de distintas comunidades microbianas; seguido de la siembra y promoción constante de diferentes especies de plantas, arbustos y árboles, que cumplen diferentes funciones productivas y biológicas, tales como cercos, fuentes de alimento, madera, forraje, atracción de abejas y otros insectos y aves, entre otros animales.



En las fincas donde se pasa de pastos en monocultivos a promover la biodiversidad en los bosques y en los potreros, reaparecen animales y plantas que habían desaparecido por muchos años, y se observan nuevamente relaciones complejas, lo que permite que las plagas sean controladas por el mismo ecosistema.

Además, se promueve la convivencia en el mismo predio entre zonas de producción, conservación natural, protección y producción del agua, y hábitats para especies que favorecen las relaciones complejas del ecosistema. El productor que se inicia en estos procesos suele entender la necesidad de favorecer el ambiente y generar alianzas con sus vecinos para un cambio del paisaje en favor de toda la comunidad.

Bienestar animal: Buen trato, acceso suficiente al agua, sal mineralizada, alimento y sombra. Animales en un ambiente confortable pueden ser mucho más productivos y menos demandantes de manejo, medicamentos y asistencia veterinaria.

El ganado no debe tratarse con gritos, perros, zurriagos o golpes. Por el contrario, debe ser tratado con tranquilidad y respeto, promoviendo en él la mansedumbre y acostumbrándolo a la presencia humana y los estímulos positivos.

Este corral de manejo en la finca Sobre las Olas está diseñado bajo el criterio de bienestar animal, para que el ganado se comporte de forma tranquila, sin lastimarse en las esquinas y moviéndose fluidamente en las curvas. Obsérvese que tiene una alta disponibilidad de sombra y cuenta con agua y forraje para las jornadas más largas.



Alta presión de pastoreo: Esto se logra con alta carga animal con el menor tiempo de ocupación posible (acorde con las condiciones agroecológicas del territorio), con el consumo de casi toda la planta, o al menos 2/3 del forraje, y descanso óptimo de la pradera, propiciando la distribución homogénea del estiércol, la orina y el pisoteo, lo que en conjunto se convierte en un dinamizador de vida en el suelo, generando un rebrote vigoroso de la nueva pastura. Su intensidad permite mejorar la capacidad de carga del predio y al mismo tiempo liberar áreas para la conservación y otros usos.



En las siguientes fotos se puede observar un potrero antes y después de ser pastoreado, donde es evidente el impacto y homogeneidad del pastoreo y la conservación mínima de la cobertura.

ANTES



DESPUÉS



ALTO IMPACTO

Se suele combinar con el efecto manada, que consiste en formar la menor cantidad de lotes de ganado, como es el caso de hacer el destete y levante dentro del mismo lote de cría. Es un cambio de paradigma difícil para la mayoría, pero facilita bastante el manejo, ahorrando significativamente en costos de mantenimiento y mano de obra, mejorando la presión de pastoreo y el consumo no selectivo. Para grupos grandes, hay que tener

opciones amplias de bebedero y suplementación mineral.

En Las Carolinas, ubicada en Sabanas de Sucre, se ha desarrollado una transformación con manejo holístico y ganadería regenerativa con altas cargas, cortas ocupaciones y períodos de descanso adecuados, mejorando cada vez más el estado del suelo, los indicadores productivos e incluso produciendo carne ecológica con marca propia.



Animales adaptados al territorio y objetivo de producción: No se trata de adaptar la finca a los requerimientos de los animales que se desea tener; al contrario, consiste en tener los animales que mejor producen de acuerdo con las condiciones naturales de cada finca. **Al combinar este principio, con alta carga y bajos costos, el resultado es alta utilidad y rentabilidad por hectárea (ha).**

Este principio lo representa cabalmente la Hacienda La Cascada, lugar que ha cuadruplicado la carga en siete años, gracias a un sistema amigable con el ambiente, bajo pastoreo de ultra alta densidad (PUAD), con la selección de ganado criollo adaptado y productivo para las condiciones de la finca.



Foto: Hacienda La Cascada



Oferta forrajera variada: Es conveniente propiciar la mezcla de diferentes forrajes en la pastura, tanto herbáceas como arbustivas, ofreciendo una “ensalada” al ganado.

En la imagen, se observa una mezcla deseable entre pastos, leguminosas, árboles como el guásimo (*Guazuma ulmifolia*) y totumo (*Crescentia cujete*), y otras plantas que cumplen funciones biológicas complementarias.

Facilitar la aparición y siembra de árboles y arbustos con diferentes funciones: Sombra, poste vivo, madera, fruta, forraje, hábitat y alimento de otras especies, entre otras.

En la finca Los Nogales, en El Carmen de Chucurí, Santander, hay una alta población de árboles nativos conocidos como móncoro o solera (*Cordia gerascanthus*), que se controlan por raleo para permitir la aparición de suficiente pasto. Al final de su ciclo, estos árboles tienen un uso comercial como madera.



Uso de los animales como herramientas para la siembra y otras labores agrícolas: El control de las arvenses se hace inmediatamente después de sacar las reses del potrero. Mientras que para sembrar, se puede regar la semilla justo antes de la entrada del ganado para que la pisen y abonen. Después de una siembra, se puede tomar un tiempo relativamente largo para regresar con el lote de animales en el siguiente ciclo de rotación o saltar el pastoreo de esa zona durante un ciclo. Cuando se vuelva a pastorear, se debe hacer rápido y suave para fomentar el establecimiento de las nuevas plantas.

La semilla vegetativa (estolones, estacas, etc.) puede ser introducida inmediatamente se retira el ganado de la parcela o, si se está en época de lluvias y el suelo está bastante húmedo, antes de

sacar el ganado, se pueden tirar estolones al suelo y hacer que el ganado los pise, para que lo siembren sin necesidad de invertir en mano de obra. Es una práctica económica y eficiente.

Se puede adicionar a la sal del ganado semillas de árboles o de otras plantas que se quieran sembrar: Se deben identificar especies deseables de la zona, no necesariamente forrajeras, que se consigan con facilidad en la región a un costo muy bajo. La mayoría no requieren un tratamiento previo, simplemente se ofrecen mezcladas y el ganado las consume y esparce a través de la boñiga. Se pueden lograr altas densidades de árboles y arbustos en los potreros mediante esta práctica.



Foto: Nicolás Sierra/Árbol sembrado al suplementar semillas en la sal

Suplementación del ganado a bajo costo en las épocas críticas o estratégicas: De acuerdo con la zona y el objetivo productivo, se deben implementar estrategias de oferta de alimento que permitan que el ganado se mantenga productivo, a pesar de las variaciones de la oferta de forraje y la etapa productiva de los animales.



En San Onofre, Sucre, esta familia cosecha totumo y lo mezcla con la sal mineralizada del ganado, ofreciendo un suplemento para la época crítica, pero al mismo tiempo facilitando la aparición de nuevos árboles en los potreros por la siembra directa en la boñiga.

Planificación de los procesos en la finca: Se deben planear las diferentes actividades, como el pastoreo, los recursos forrajeros complementarios y la carga, como medidas que garantizan una oferta suficiente de alimento y de recursos ambientales de acuerdo a la previsión del cambio en las condiciones agroclimáticas y de mercado para el territorio.



Foto: CIAT/Ejercicio de planificación con una familia ganadera en San Onofre, Sucre, Programa Integral de Reconversión Productiva y Ambiental de la Ganadería (PIRPAG).



Planificación de la carga animal de la finca

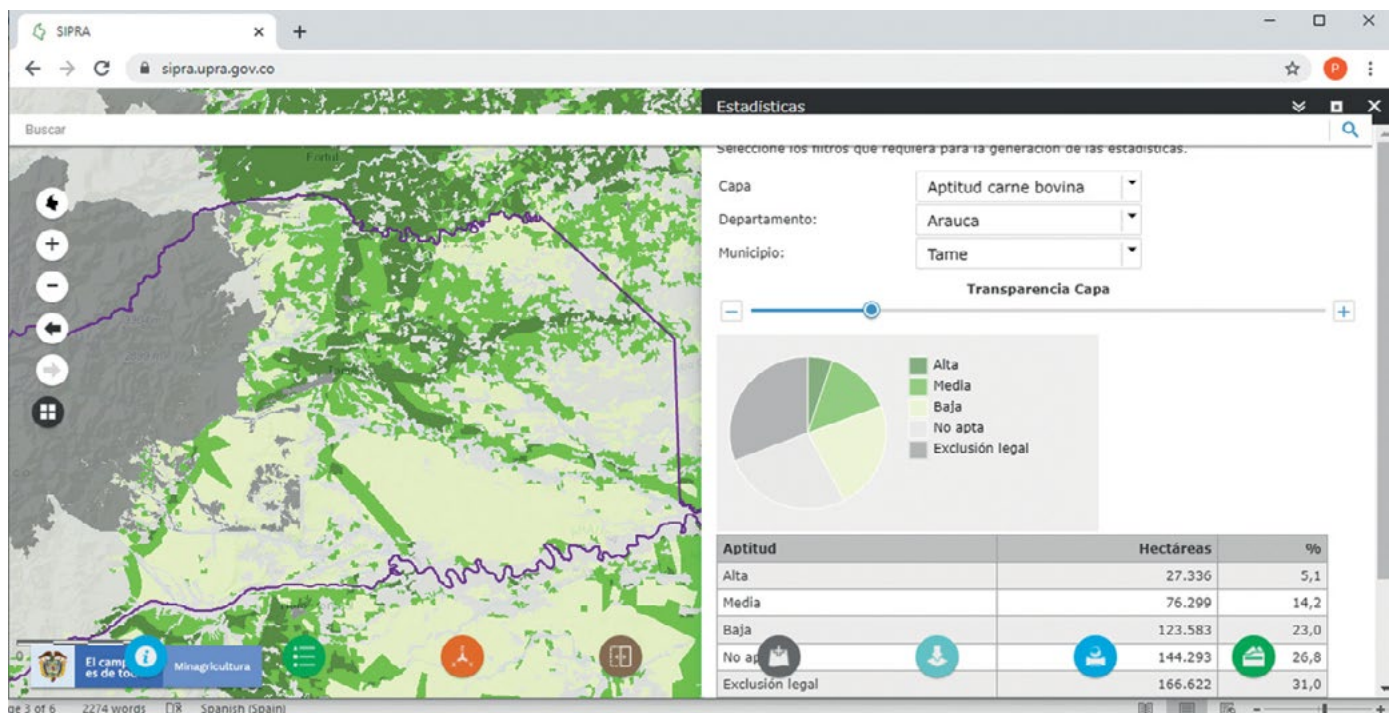
En esta sección, se ofrecen elementos básicos a productores y técnicos para planificar la carga animal de una finca, basada en el concepto de pastoreo regenerativo. A continuación, se relacionan los pasos para la planificación de la carga animal en un predio.

1. Planificación del uso del suelo del territorio y de la finca

El Gobierno Nacional, a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), ha generado mapas de aptitud para la ganadería de leche y carne en pastoreo, información pública a la que se puede acceder ingresando a la página web sipra.upra.gov.co. Ahí, el interesado podrá cruzar información entre vocaciones de uso por municipios, generando mapas que muestran

aptitudes bajas, altas y medias, zonas no aptas y zonas con restricción legal para dicha vocación. Este aplicativo permite al productor orientar las decisiones de planificación de uso del suelo de su finca, preferiblemente hacia aquellos que tengan aptitudes medias y altas.

Una vez el predio se enmarca en un territorio y una zona de aptitud, cada productor debe ubicar espacialmente los principales recursos y usos del suelo actuales de su finca. El ejercicio debe desarrollarse en compañía de otros miembros de la familia o del equipo de trabajo. Puede hacerse con un dibujo o mapa, o con el uso de herramientas digitales y se deben ubicar al menos, las zonas en bosque o conservación, las fuentes de agua, áreas para cultivos, ordeño, infraestructura, bancos forrajeros y la zona para pastoreo que, a su vez, puede subdividirse de acuerdo a los lotes y vocación del ganado.



En este ejemplo, se observa la división de aptitud para ganadería bovina de carne, establecida para el municipio de Tame (Arauca) con corte a diciembre de 2019.

De forma complementaria, el productor debe proponer un mapa futuro o soñado, reubicando los usos del suelo de acuerdo con lo que él estima se puede alcanzar en un horizonte de tiempo, por ejemplo, 10, 15 o 20 años.

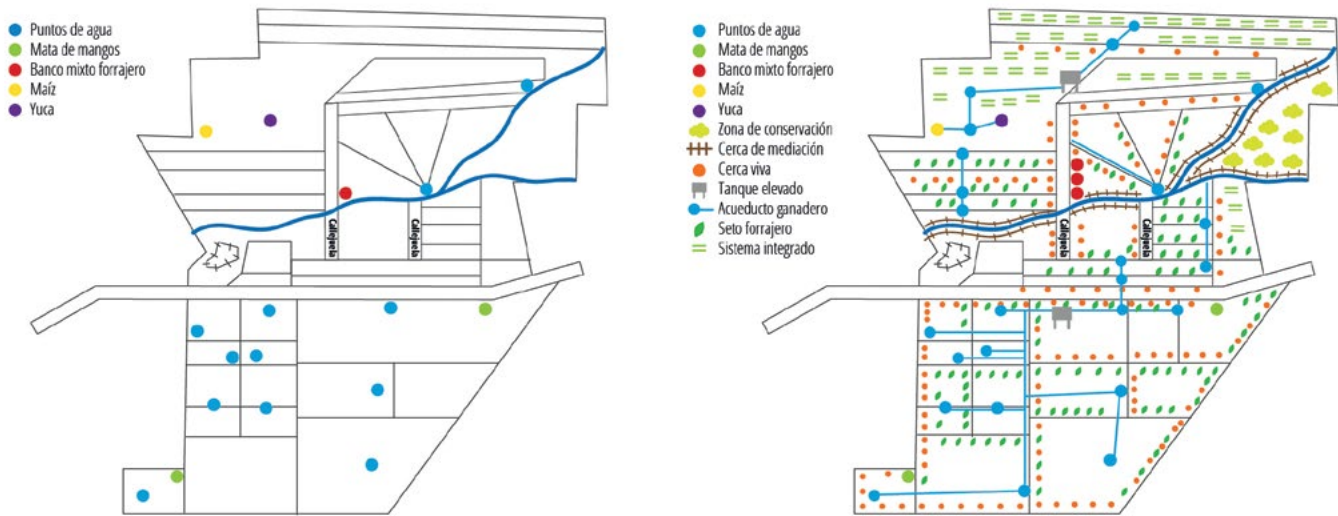


Figura 2. Mapa planificación del uso del suelo actual (izquierda) y proyectado (derecha). Fuente: Finca Chimichagua.

Esta figura corresponde al proceso de planificación predial de la finca Chimichagua en Tame, Arauca, y establece un mapa soñado con una mejor distribución del agua, intensificación de la rotación, ampliación del banco mixto de forraje, zonas de cultivo, cercas vivas, setos forrajeros y aumento de la zona en conservación.

Para alcanzar dicho cambio, la Tabla 1 propone acciones simples para desarrollar cada año, que sirven al productor como orientación del orden y relevancia de los esfuerzos que debe realizar.

Ocasionalmente, se debe revisar y ajustar ese plan de acción, y tratar de alinearlos con visiones técnicas

y financieras que permitan priorizar y costear las intervenciones.

Es muy importante, dentro de la planificación, definir la vocación ganadera del predio de forma organizada y que responda a las necesidades, capacidades y aptitudes del productor y del predio mismo. En términos generales, y especialmente enfocados en productores de menos de 50 animales, se recomienda evaluar la posibilidad de planear la finca en sistemas doble propósito, lechería especializada de bajos insumos o levante, ya que pueden ofrecer una buena rentabilidad por hectárea con un mayor flujo de caja.

Tabla 1. Cronograma general de acciones para alcanzar el mapa soñado.

Implementación	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ampliación de acueducto	■									
Ampliación y ajuste de rotación		■								
Ampliación banco mixto			■							
Nueva zona de conservación				■						
Adecuación de cultivos	■			■	■	■				
Cercas vivas		■		■		■		■		
Setos forrajeros									■	■





Foto: CIAT/Pequeño productor que planificó su finca en sistema doble propósito con árboles dispersos en potreros y un banco mixto de forraje.

2. Planificar la captación, tratamiento, uso y distribución del agua

Para cumplir con los principios fundamentales del buen pastoreo, es muy importante el acceso al agua de la mejor calidad posible y con una distribución en cercanía a las zonas de alimentación del ganado. Es necesario hacer cerramientos preventivos para evitar la contaminación de las fuentes, tales como rondas con árboles y cercado periférico.

Idealmente, se deben practicar análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de forma periódica. Aguas muy turbias o contaminadas son susceptibles de ser tratadas con decantadores (Figura 3) y en raras ocasiones se amerita el tratamiento químico.

Para aguas de consumo humano, y en algunos casos para consumo de los animales, se recomienda la implementación de filtros. En la Figura 4, se presenta el esquema de un filtro lento de arena y grava, especialmente útil para aguas con turbidez media.

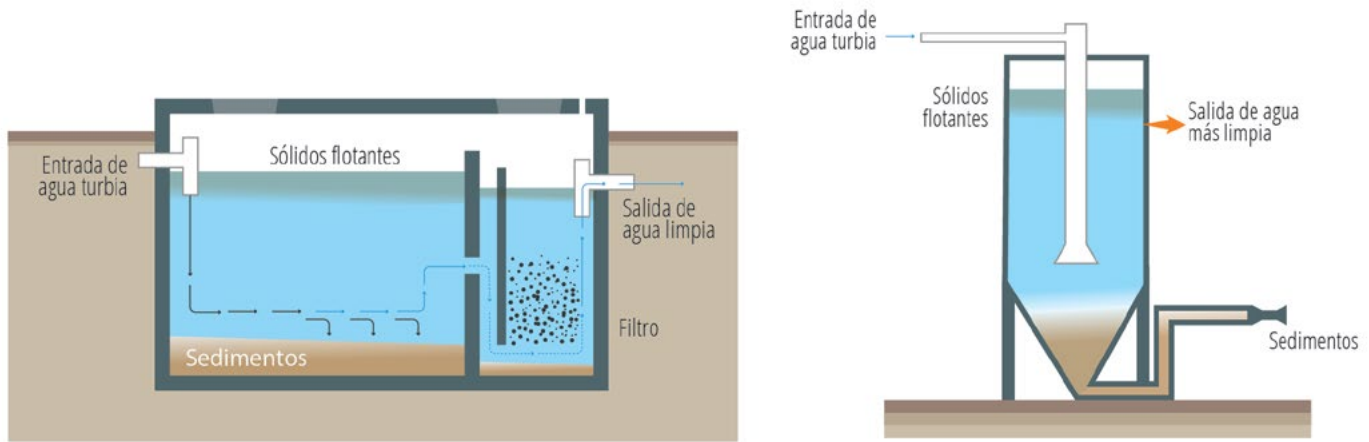


Figura 3. Tanques sedimentadores tipo cúbico con filtro (izquierda) y cónico sin filtro (derecha).

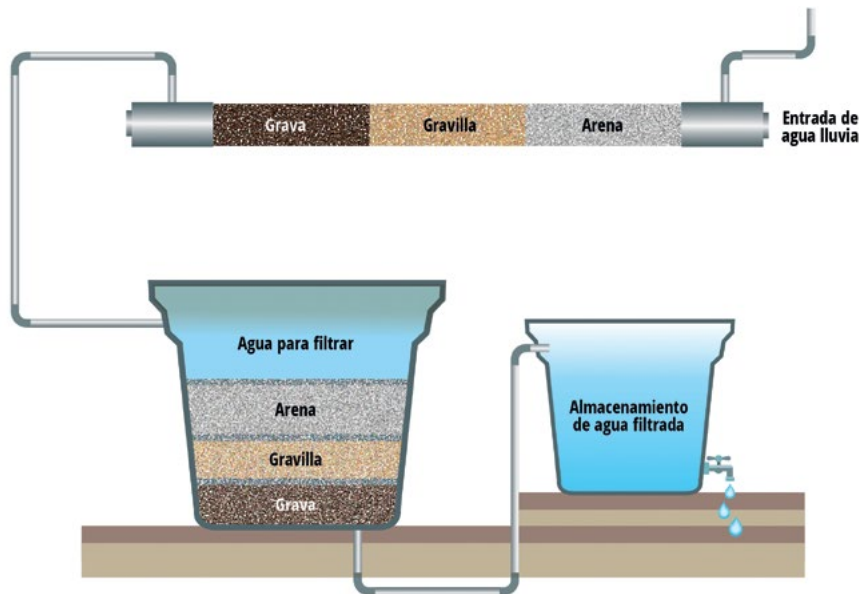


Figura 4. Filtro lento de arena y grava.
Fuente: Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.

Si el agua se deriva de fuentes naturales, sean superficiales o profundas, se debe contar con la concesión de uso de la respectiva Corporación Autónoma Regional (CAR). Una alternativa interesante y eficiente, con pocas restricciones desde el punto de vista ambiental, la constituyen los reservorios de agua lluvia, que son

particularmente económicos en terrenos de poca infiltración (ricos en arcillas o limos) y que requieren algún tratamiento de impermeabilización en terrenos más gruesos (arenosos o ricos en gravas), como podrían ser una capa de arcilla compactada al interior del estanque, geomembranas, plásticos, mezclas con tierra y cemento o aspersión de sustancias impermeabilizantes.

Se sugiere trabajar en áreas bajas y confluentes del predio, con pendientes bajas a moderadas, sin riesgo de deslizamiento o inundación sobre la infraestructura y los equipos. Las paredes del talud en tierra y del dique, por norma general, deben tener una pendiente suave, y el dique se debe compactar por capas de 10 cm cada una; por cada metro de profundidad, se recomienda 1,5 m de ancho sobre la corona del muro de tierra. La altura mínima del borde de la corona al agua debe ser de unos 50 cm. Se debe construir con una pendiente del 2 al 3% en el fondo del estanque, y concebir en

la forma más técnica posible un rebose y un sistema de desagüe, en términos generales, siguiendo las mismas recomendaciones de estanques para piscicultura. El llenado del reservorio sin un adecuado rebose provoca la erosión del dique.

Para ampliar información, se sugiere consultar:

- ✓ La colección FAO Capacitación, Manual de piscicultura: <https://bit.ly/38au6L5>
- ✓ Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, Alternativas de conservación para la época crítica: <https://bit.ly/3e6wFla>
- ✓ Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización: <https://bit.ly/3sTu6qZ>



Foto: CIAT/Este productor tiene asegurada la provisión de agua para sus animales durante la época seca.



Foto: Reservorio tipo jagüey: es un estanque generalmente circular y de baja pendiente que no requiere de dique, pues se logra por excavación en una zona plana. El ganado puede beber directamente de él, aunque esto aumenta el riesgo de parasitismo, enfermedades diarreicas y el deterioro de la zona aledaña.

¿Cómo saber cuánta agua requiere el ganado?

Por lo general, un bovino consume por día entre el 10 y 20% de su peso vivo en agua, rango que varía dependiendo de las condiciones agroclimáticas, la fase fisiológica y el nivel de productividad. Por regla,

se sugiere calcular con base en el rango superior y así garantizar un volumen adecuado. A manera de ayuda, se puede usar la información consolidada en la Tabla 2.

Tabla 2. Consumos estimados de acuerdo al peso y la producción.


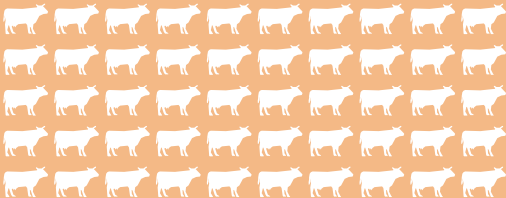
Inventario	Peso promedio en kilogramos	Agua en litros/día
Hembras y machos de 0 a 1 año	120	12
Hembras y machos de levante	225	22,5
Hembras de vientre y machos de ceba	300	36
Toretas y vacas horras o escoterías	400	48
Toros y vacas paridas	450	54
Vacas de alta producción	550	100 o más

Fuente: Adaptado del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.




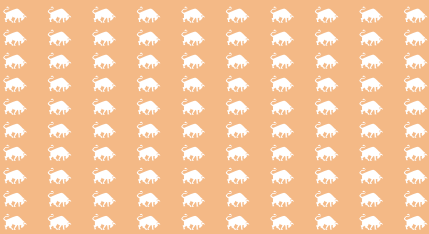
Una vez haya una fuente identificada, se puede iniciar la planeación del agua, pero se deben plantear preguntas importantes: ¿Para cuántos animales alcanza la fuente disponible? ¿Es una fuente confiable en la época seca? ¿Cuánto varía?

A manera de ejercicio, si se tiene la expectativa de llevar el recurso a 50 hembras adultas de peso promedio aproximado de 500 kg, en zona muy cálida y seca, ¿Cuántos litros de agua se requieren?

	1 vaca	50 vacas
		
Necesidad por día	100 l/animal/día	100 l/animal/día x 50 vacas = 5.000 l/día
Necesidad por hora	100 l ÷ 24 horas = 4,17 l/hora	5.000 litros ÷ 24 horas = 208,33 l/hora
Necesidad mínima por minuto	4,17 l/hora ÷ 60 minutos = 0,07 l/minuto	208,33 l/hora ÷ 60 minutos = 3,47 l/minuto
Conclusión: para suministrar el agua de 50 vacas, se necesita un flujo mayor de 3,47 l/minuto. Para asegurar el suministro, es ideal contar con al menos 2 o 3 veces ese caudal, contemplando la posibilidad de accidentes, mantenimientos y taponamientos de la conducción o época seca muy crítica.		

Estimación del tamaño de los reservorios

En el caso de planear la construcción de reservorios, el volumen de agua que se sugiere almacenar debe estar entre el 50 y 100% de la necesidad anual del ganado. Un ejemplo al respecto:

	1 res	100 reses de 450 kg
		
Necesidad por día	450 kg x 12% = 54 l/animal/día	54 l/animal/día x 100 animales = 5.400 l/día
Necesidad por año	54 l/animal/día x 365 días = 19.710 l/animal/año	5.400 l/día x 365 días = 1.971.000 l/año
Conversión de litros a metros cúbicos (m³)	19.710 l/animal/año ÷ 1.000 = 19,7 m³/animal/año	1.971.000 l/año ÷ 1.000 = 1.971 m³/ año
Volumen del reservorio en zona seca a muy seca (menor de 1.500 mm/año)	100% de la necesidad anual = 19,7 m³	100% de la necesidad anual = 100% de la necesidad anual = 1.971 m³
Volumen del reservorio en zona ligeramente seca a húmeda (mayor de 1.500 mm/año)	50% de la necesidad anual = 19,7 m³ x 50% = 9,85 m³	50% de la necesidad anual = 1.971 m³ x 50% = 985,5 m³
Conclusión: para 100 reses de 450 kg cada una, un reservorio de agua debería estar entre 985,5 m³ y 1.971 m³, dependiendo de la cantidad y distribución de lluvia en la finca (a más seca, mayor el reservorio).		

Esta es una orientación, cada productor debe apropiarse de estos conceptos y aplicarlos a las condiciones de su finca. El tamaño de cada reservorio depende en gran medida del área que confluye en él, la capacidad de retención del suelo y la pluviosidad. Se recomienda hacer más de un reservorio por finca, para fraccionar y distribuir mejor el recurso de acuerdo con las condiciones particulares.

Acueductos ganaderos

Se recomienda transportar o bombear el agua hasta una zona alta de la finca, preferiblemente por gravedad o con energías limpias como la solar, eólica o el uso de arietes. Allí se instala un tanque para la distribución, acorde con las posibilidades y características del productor y del predio, y se deriva el agua por gravedad a las zonas de pastoreo u otras de interés. Se sugiere una línea principal y superficial de agua en manguera de polietileno de alta resistencia a la radiación solar, con diámetros entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pulgada (o mayor en fincas grandes), con acoples externos a lo largo de su recorrido para generar empalmes temporales a las áreas

con presencia de ganado, y utilizando sistemas con válvulas o flotadores que eviten la pérdida del líquido por reboce en los tanques de consumo. Si no hay infraestructura fija, se recomiendan tanques móviles livianos y resistentes, que se moverán simultáneamente con el lote en pastoreo.

En la Figura 5, se esquematizan, para un área de 10 ha, las obras y su localización. Se debe ubicar más alto el tanque de distribución, tener la menor cantidad de líneas principales de tubería y aprovechar la proximidad de los cercos para proteger la tubería y las obras del pisoteo y daño por parte del ganado.

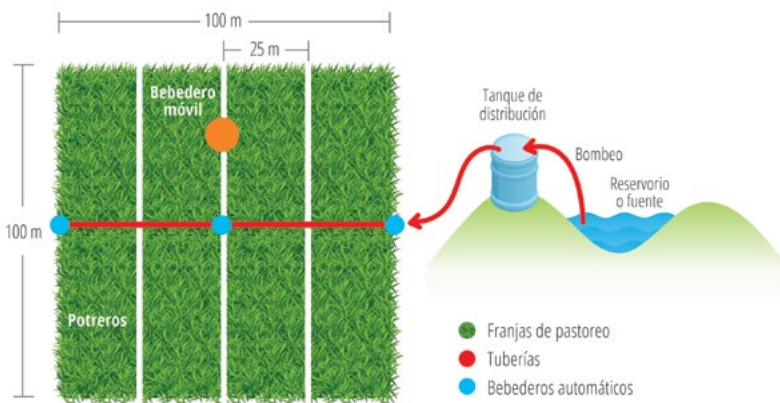


Figura 5. Distribución de agua en un sistema rotacional.
Fuente: Adaptado del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.

Por regla general, si el sistema es móvil, los tanques se pueden mantener hasta por tres días en el mismo punto, permitiendo la libre circulación del ganado hasta el agua, y una vez se cumple este período, es recomendable reubicarlos más cerca de las nuevas zonas de pastoreo. Cuando se retorna al potrero en el siguiente ciclo de pastoreo, el tanque puede reubicarse en un área diferente con el fin de evitar daños por compactación y encharcamientos.

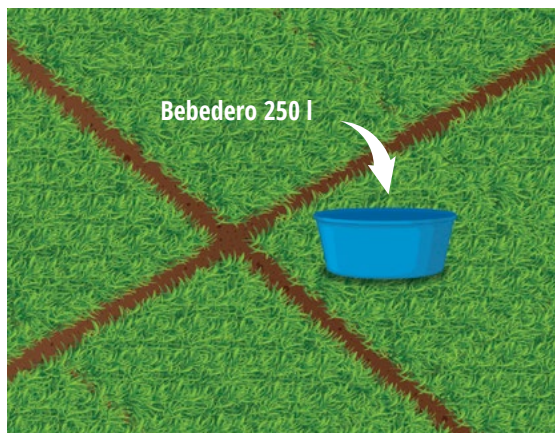


Figura 6. Ubicación sugerida de un bebedero móvil.
Fuente de figura: Adaptado del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.



3. Planeación del recurso forrajero en pastoreo

Antes de abordar la forma de calcular la cantidad de animales que puede soportar la finca, es importante recordar algunos conceptos.

Aforo

Es la identificación de la cantidad de forraje del que se dispone por unidad de área, generalmente por hectárea, y que sirve como aproximación para saber la cantidad de animales que la finca puede alimentar.

Unidad de gran ganado (UGG)

Es una unidad de medida que permite unificar y comparar animales de pesos muy diversos. En términos muy simples, se considera que una UGG equivale aproximadamente a 450 kg de peso vivo.

Carga animal

Es el número de animales por unidad de superficie. Se suele expresar como cabezas por hectárea o UGG por hectárea.

Capacidad de carga

Es la cantidad de población que un ambiente puede soportar de forma sostenible. Al aumentar la carga, se obtiene mayor producción por hectárea, pero solo hasta cierto punto. *Cuando la producción de litros de leche o kilogramos de carne por hectárea no aumenta más, a pesar de aumentar la carga, la finca está en su capacidad máxima de carga, y a partir de allí la productividad y la utilidad por hectárea empiezan a disminuir.*

Ajuste de carga animal

Es el procedimiento para determinar periódicamente el número de animales que permite la finca o un lote de la finca de acuerdo con su capacidad de carga. Este orienta las decisiones del productor sobre la cantidad de animales que debe vender o comprar y cuándo hacerlo, y se relaciona con factores no controlables que afectan la cantidad de forraje y su consumo, como la oferta de lluvia o sequía.

Presión de pastoreo

Es la cantidad de forraje que se ofrece por cabeza o UGG. Se puede expresar como metros cuadrados (m²) por animal, m² por UGG, kilogramo de forraje por animal o kilogramo de forraje por UGG. No tiene en cuenta el tiempo que los animales permanecen en el potrero, corresponde a la lectura de la carga instantánea en el área en la que se está haciendo pastoreo en un momento determinado, como si se tratara de una fotografía.

Consumo de forraje en base verde

Son los kilogramos de forraje por animal o UGG que se consumen por día. Se expresa habitualmente como un porcentaje del peso vivo de los animales. Como referencia para los ejercicios de esta cartilla, se asume el valor del 12% del peso vivo como límite superior posible.

Sistema de rotación

Es el cambio periódico de las zonas de pastoreo de los animales, que permite aumentar la carga, la homogeneidad del forraje y de la productividad animal. Habitualmente, el ganado se cambia de potrero de acuerdo con un orden preestablecido o criterios de manejo.

Período de ocupación

Es el tiempo que dura un lote o grupo de ganado en cada potrero o franja. Para ajustarse a las recomendaciones, puede durar tan solo horas o hasta un máximo de 3 días.

Período de descanso

Es el tiempo que pasa entre la salida de un grupo de ganado de un potrero o franja y su regreso al mismo. Demanda un tiempo suficiente para la recuperación del forraje.

Duración de la rotación

Es la suma del período de ocupación más el período de descanso, habitualmente se expresa en días.

Lote

Es un conjunto de potreros que están juntos y son parecidos, además de ser pastoreados por el mismo grupo de animales. Ocasionalmente, se hará referencia al lote como al grupo de animales que pastorean juntos.

Potrero

Es una delimitación permanente de las áreas de pastoreo, el cual suele estar cercado.

Franja

Es la subdivisión de los potreros, hecha con sistemas móviles o transitorios, como por ejemplo, con varillas y cintas para cerca eléctrica.



¿Cómo se mide el área para pastoreo?

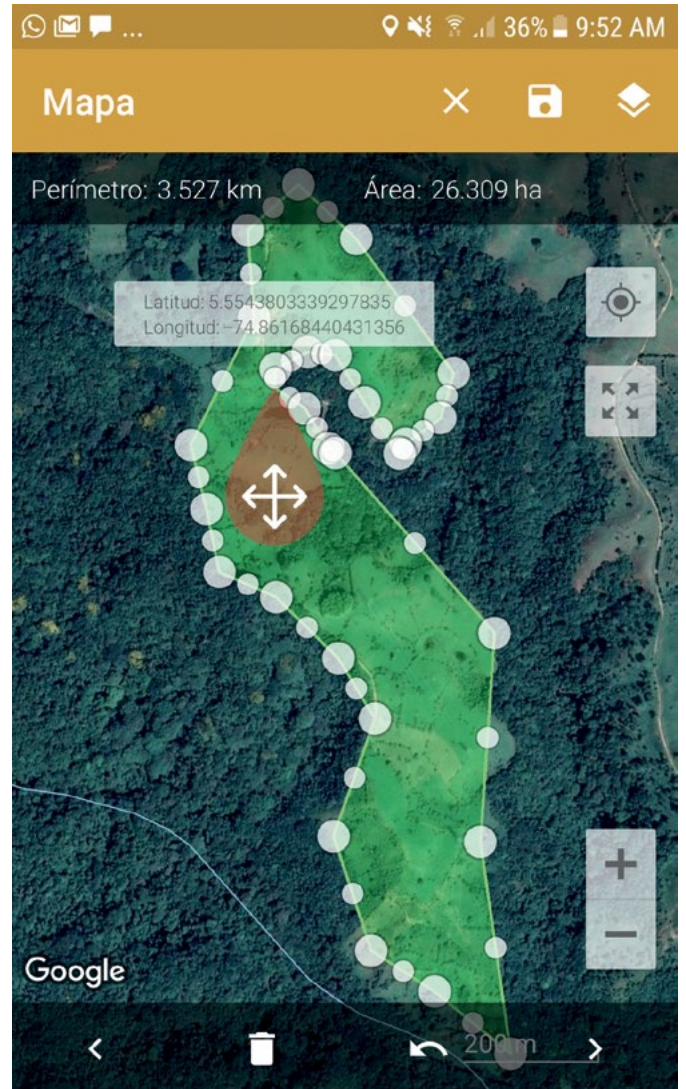
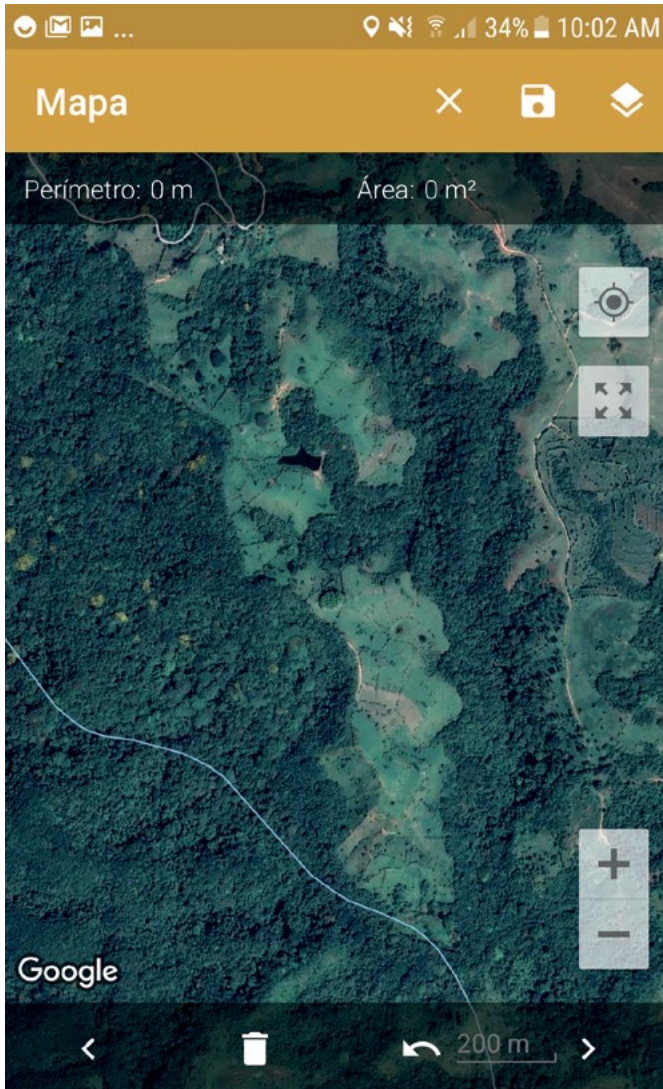
Para llegar a un valor aproximado del área de la finca dedicada al pastoreo, hay varias formas de proceder:

- ✓ El conocimiento del propietario sobre el tamaño de los lotes y, a partir de allí, calcular las áreas en pasturas.
- ✓ La medición con decámetro o cuerda, tratando de formar rectángulos para calcular áreas (multiplicando el valor de dos lados que confluyen) o triángulos (base por altura, dividido entre dos).
- ✓ Trazando sobre un plano de escala conocida las mismas figuras geométricas, se calculan sus áreas individuales, se suman y se convierten de acuerdo con la escala.
- ✓ Con la ayuda de un GPS.
- ✓ La más recomendada es el uso de aplicaciones móviles, que permiten encontrar la finca en un mapa y medirla caminando, o medir sobre el mapa digital de forma directa, incluso sin necesidad de estar en el campo. Herramientas para teléfono celular como *Fields Area Measure* tienen una versión gratuita, que permite tomar áreas y distancias, permitiendo la exportación de imágenes que pueden servir para planificar la rotación del ganado.



A manera de ejemplo, en la siguiente imagen, se muestra un predio al que se le realizó medición de forma remota, ubicándolo por referenciación de carreteras y ríos.

Una vez ubicada la zona de interés, la aplicación permite medirla, aún si hay gran cantidad de formas irregulares. Para este caso, usando la versión gratuita, se tomaron capturas de pantalla que sirven como imágenes base para otros ejercicios de cálculo y proyección.



Conviene reconocer, en primer lugar, las similitudes y diferencias entre las zonas de pastoreo dentro de la finca: definición de lotes

Tras la selección del área para pastoreo, es importante diferenciar el terreno por zonas homogéneas y poder aforarlas de manera independiente. A manera de ejemplo, y tomando el plano anterior, en una finca de 26 ha se identifican unas 20 ha planas de mayor productividad y alta similitud en el tipo y cantidad de forraje. Además,

la finca cuenta con 6 ha en loma con menor productividad. Es valioso calcular un aforo para cada lote, así:

Dentro de un cuadrado o marco de 1 m², se corta a la altura de pastoreo todo el material que consumiría el ganado y se pesa. Se debe tomar al menos una muestra por hectárea, es decir, en las 20 ha, se usa el marco en 20 puntos diferentes, al azar y distanciados, y se promedia el peso (Tabla 3). Se hace lo mismo con las 6 muestras del lote en loma.



Tabla 3. Muestreo de aforo en 20 ha planas (lote 1).

Número de muestra	Peso en kg
1	1,0
2	1,2
3	1,3
4	1,3
5	1,4
6	1,1
7	1,0
8	0,9
9	0,6
10	0,7
11	2,0
12	0,6
13	0,7
14	0,7
15	0,8
16	0,2
17	0,1
18	0,0
19	1,1
20	1,1
Promedio (sume los pesos de las 20 muestras y divide entre 20)	0,89 kg de forraje por m ²
Aforo = Forraje para 20 ha (200.000 m ²) = 0,89 kg x 200.000 m ²	Aforo = 178.000 kg de forraje disponible en el lote plano



Tabla 4. Muestreo de aforo en 6 ha de loma (lote 2).

Número de muestra	Peso en kg
1	0,3
2	0,4
3	0,5
4	0,2
5	0,0
6	0,1
Promedio (sume los pesos de las 6 muestras y divida entre 6)	0,25 kg de forraje por m ²
Aforo = Forraje para 6 ha. (60.000 m ²) = 0,25 kg x 60.000 m ²	Aforo = 15.000 kg de forraje disponible en el lote de loma



Es importante tener presente, para los cálculos siguientes, que una res se come el 12% de su peso en forraje fresco por día. Este dato permitirá tener buenos estimativos de la carga de la finca.

Normalmente, el ganado desperdicia entre el 20 y el 50% de forraje disponible, o dicho de otra forma, aprovecha entre el 50 y el 80%.

A manera de ejemplo de las decisiones que se pueden tomar sobre la carga animal de este predio, se proponen los siguientes tres ejercicios:




Ejercicio 1. Si la duración de la rotación es igual en la zona de loma y en la zona plana		
Duración de la rotación		50 días
Días de ocupación		1 día
Aforo de forraje zona plana o lote 1 (20 ha)		178.000 kg de forraje verde
Aforo de forraje zona de loma o lote 2 (6 ha)		15.000 kg de forraje verde
Oferta total de forraje para la finca (26 ha)	Sumar los aforos de ambos lotes: $178.000 \text{ kg} + 15.000 \text{ kg}$	193.000 kg de forraje
Oferta diaria de forraje	Dividir la oferta total de forraje para la finca entre la duración de la rotación: $193.000 \text{ kg} \div 50 \text{ días}$	3.860 kg de forraje por día de rotación
Kg de ganado que puede alimentar sin considerar el desperdicio de forraje	Dividir la oferta diaria de forraje entre el porcentaje de peso vivo preestablecido para consumo de forraje en base verde (12%): $3.860 \text{ kg/día} \div 12\%$	32.167 kg de ganado
Número de animales que soporta la finca considerando un aprovechamiento de forraje del 50%	Dividir los kg de ganado entre el peso promedio de los animales del grupo de pastoreo, para este caso 420 kg, y este valor se multiplica por el porcentaje de forraje aprovechable a pastoreo (50 a 80%): $32.167 \text{ kg} \div 420 \text{ kg} \times 50\%$	38 animales
Capacidad de carga	Dividir el número de animales entre el área de pastoreo: $38 \text{ animales} \div 26 \text{ ha}$	1,46 cabezas/ha
Tamaño de los potreros en cada lote	Lote 1 (20 ha) Dividir la oferta diaria de forraje entre el promedio de forraje por m ² para el lote 1: $3.860 \text{ kg} \div 0,89 \text{ kg por m}^2 = 4.337 \text{ m}^2$	Lote 2 (6 ha) $3.860 \text{ kg} \div 0,25 \text{ kg por m}^2 = 15.440 \text{ m}^2$
Número de potreros	Lote 1: Dividir el área total del lote entre el tamaño de los potreros (todo en metros cuadrados): $200.000 \text{ m}^2 \div 4.337 \text{ m}^2 = 46 \text{ potreros}$ 1 ha = 10.000 m ² y 20 ha = a 200.000 m ²	Lote 2: $60.000 \text{ m}^2 \div 15.440 \text{ m}^2 = 4 \text{ potreros}$ 6 ha = 60.000 m ²
Conclusión	La rotación quedaría con 50 potreros distribuidos así: 46 potreros de 4.337 m ² en el lote 1 y 4 potreros de 15.540 m ² en la zona de loma, un día de ocupación, grupo de 38 animales.	



A medida que el ganadero se hace experto en la rotación y va conociendo la respuesta de los potreros, es muy probable que vea la necesidad de incrementar la cantidad de animales para hacer más eficiente el impacto positivo sobre el suelo, el sistema y el bolsillo.

Ejercicio 2. Si la duración de la rotación es diferente en la zona de loma y en la zona plana, se deben hacer dos rotaciones diferentes		
	Lote 1 (20 ha)	Lote 2 (6 ha)
Duración de la rotación en cada lote	50 días	75 días
Días de ocupación	1 día	1 día
Aforo de forraje para cada lote	178.000 kg	15.000 kg
Oferta diaria de forraje	$178.000 \text{ kg} \div 50 \text{ días} = 3.560 \text{ kg}$	$15.000 \text{ kg} \div 75 \text{ días} = 200 \text{ kg}$
Kg de ganado que puede alimentar sin considerar el desperdicio de forraje	$3.560 \text{ kg día} \div 12\% = 29.666 \text{ kg}$	$200 \text{ kg} \div 12\% = 1.041 \text{ kg}$
Número de animales que soporta cada lote considerando un aprovechamiento de forraje del 50%	$29.666 \text{ kg} \div 420 \text{ kg} \times 50\% = 35 \text{ animales}$	$1.667 \text{ kg} \div 420 \text{ kg} \times 50\% = 2 \text{ animales}$
Capacidad de carga	$35 \text{ animales} \div 20 \text{ ha} = 1,75 \text{ animales / ha}$	$2 \text{ animales} \div 6 \text{ ha} = 0,33 \text{ animales / ha}$
Tamaño de los potreros para un día	$3.560 \text{ kg} \div 0,89 \text{ kg por m}^2 = 4.000 \text{ m}^2$	$200 \text{ kg} \div 0,25 \text{ kg por m}^2 = 800 \text{ m}^2$
Características de la rotación	50 potreros de 4.000 m ² , un día de ocupación para un lote de 35 animales	75 potreros de 800 m ² , un día de ocupación para un lote de 2 animales
Conclusiones y alternativas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer potreros el triple de grandes en el lote 2, de unos 2.400 m² y partirlos con cinta eléctrica en 3, uno para cada día. 2. Tener 4 animales livianos en el lote 2, de unos 210 kg en promedio. 3. Juntar los dos grupos de ganado, 37 animales: 35 del lote 1 más 2 del lote 2, y pastorear alternativamente la zona de loma o parte de ella (no en todos los ciclos). 4. Eliminar la zona de loma de la rotación, pasarla a otro uso como el forestal o la conservación y enfocar el esfuerzo en la zona plana. 	

Ejercicio 3. ¿Qué hacer si cada lote o hectárea tiene pastos de tamaños muy diferentes (altos, medios y bajos)?

Altura del forraje		Peso de cada muestra de forraje (kg)	Promedio por cada altura (suma las 3 muestras y divide entre 3)	% de cada altura en el lote	Operación Multiplica el promedio de cada altura por el % en el lote	Valor ponderado de cada altura en kg/m ²	Promedio ponderado (suma de los valores ponderados)
Alta		1,3	1,5	20%	1,5 kg x 20%	0,3 kg	0,85 kg/m ²
		1,5					
		1,7					
Media		1	1,0	30%	1 kg x 30%	0,3 kg	
		1,1					
		0,9					
Baja		0,3	0,5	50%	0,5 kg x 50%	0,25 kg	
		0,5					
		0,7					
Sumatoria				100%		0,85 kg	

Este tipo de parcelas son ideales para el ganado, pero en ellas es un poco más difícil hacer el aforo. Para este caso, se recomienda tomar tres muestras de cada altura de forraje y promediarlas, luego con la mejor observación posible, tratar de calcular el porcentaje de cada altura en el lote, y finalmente hacer un promedio ponderado, que equivale a la suma de cada promedio de aforo multiplicado por el porcentaje en el lote.

Si el lote es menor de 2 ha, en términos prácticos, no necesitará más muestras. Si el lote es mayor, es conveniente hacer aforo por promedio ponderado por cada hectárea. Para fincas muy grandes, sería un trabajo dispendioso, por lo tanto, se pueden agrupar

las zonas para el muestreo, al menos cada 5 ha que se vean homogéneas.

De acá en adelante, el procedimiento es igual al anterior y deberá calcular la duración de la rotación en cada lote, días de ocupación, aforo de forraje para cada lote o para la finca, oferta diaria de forraje, tamaño de los potreros, kilogramos y número de animales.

Si se tiene una alta presencia de arbustos forrajeros, es muy valioso medir el forraje de algunos árboles de la misma especie y luego calcular la cantidad de árboles que tiene en el lote, así podrá sumar al aforo y entender mejor cuál es la oferta forrajera real.





Foto: CIAT/Reserva Natural El Hatico, Palmira.

Tal es el caso de los sistemas silvopastoriles intensivos para ramoneo (SSPi). Si los arbustos de leucaena (*Leucaena leucocephala*) producen unos 200 g de forraje en promedio y el lote cuenta con 10.000 de estos, el aporte de forraje de esta leguminosa será de unos 2.000 kg por cada ciclo de rotación.

Si bien la anterior es una explicación técnica del aforo, y entender el procedimiento permite planear mucho mejor la finca, se puede usar de forma complementaria o rápida la Tabla 5 donde, de forma muy simple, se muestra la relación entre aforos promedio por m², duración del ciclo de la rotación y capacidad de carga animal en UGG/ha, cuyo consumo se calculó con base en el 12% del peso vivo y con un desperdicio de consumo de la pastura del 50%.

En rojo, se resaltan las capacidades de carga muy altas, que generalmente requieren el uso de grandes cantidades de fertilizante que pueden, a la larga, deteriorar la biología del suelo, compactarlo y hacerlo perder su fertilidad natural. En amarillo, se presentan valores posibles de alcanzar con varios años de trabajo y con condiciones agroclimáticas, manejo, suelos y genética ganadera óptima. En verde, se presenta un amplio rango de capacidades de carga, desde muy bajas hasta bastante altas y competitivas, comparables con fincas que usan altos niveles de insumos (fertilizantes, concentrados, medicamentos, plaguicidas, etc.). No se consideraron rotaciones inferiores a los 25 días, ya que tiempos menores suelen relacionarse con escaso control de garrapatas y otros parásitos en potrero, poca profundización de raíces y baja producción de forraje.

Tabla 5. Relación entre aforos promedio por m², duración del ciclo de la rotación y capacidad de carga animal en UGG/ha.

Aforo promedio por m ² (kg)	Duración de la rotación en días (con 1 día de ocupación)														
	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	180	365
0,2	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
0,5	1,9	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,1
1	3,7	3,1	2,6	2,3	2,1	1,9	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	0,5	0,3
1,5	5,6	4,6	4,0	3,5	3,1	2,8	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	0,8	0,4
2	7,4	6,2	5,3	4,6	4,1	3,7	3,1	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,0	0,5
2,5	9,3	7,7	6,6	5,8	5,1	4,6	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,3	0,6
3	11,1	9,3	7,9	6,9	6,2	5,6	4,6	4,0	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	1,5	0,8
3,5	13,0	10,8	9,3	8,1	7,2	6,5	5,4	4,6	4,1	3,6	3,2	2,9	2,7	1,8	0,9
4	14,8	12,3	10,6	9,3	8,2	7,4	6,2	5,3	4,6	4,1	3,7	3,4	3,1	2,1	1,0
	Carga en UGG/ha														

Otra forma de representar la carga es en kg/ha (Tabla 6), que puede ser muy útil con lotes muy heterogéneos o que cambian de peso rápidamente.

Tabla 6. Relación entre aforos promedio por m², duración del ciclo de la rotación y capacidad de carga animal en kg/ha.

Aforo promedio por m ² (kg)	Duración de la rotación en días (con 1 día de ocupación)														
	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	180	365
0,2	333	278	238	208	185	167	139	119	104	93	83	76	69	46	23
0,5	833	694	595	521	463	417	347	298	260	231	208	189	174	116	57
1	1.667	1.389	1.190	1.042	926	833	694	595	521	463	417	379	347	231	114
1,5	2.500	2.083	1.786	1.563	1.389	1.250	1.042	893	781	694	625	568	521	347	171
2	3.333	2.778	2.381	2.083	1.852	1.667	1.389	1.190	1.042	926	833	758	694	463	228
2,5	4.167	3.472	2.976	2.604	2.315	2.083	1.736	1.488	1.302	1.157	1.042	947	868	579	285
3	5.000	4.167	3.571	3.125	2.778	2.500	2.083	1.786	1.563	1.389	1.250	1.136	1.042	694	342
3,5	5.833	4.861	4.167	3.646	3.241	2.917	2.431	2.083	1.823	1.620	1.458	1.326	1.215	810	400
4	6.667	5.556	4.762	4.167	3.704	3.333	2.778	2.381	2.083	1.852	1.667	1.515	1.389	926	457
	Carga en kg/ha														



No se deje confundir, el ganado siempre preferirá el pasto más tierno, y comer una pastura antes de tiempo hoy es asegurar el hambre de su ganado para mañana.

Adicionalmente, en la tabla anterior, se puede observar que la capacidad de carga aumenta por dos vías. La primera, por menor tiempo de duración de la rotación, pero si es muy corto, no da espacio al trabajo de insectos, lombrices, raíces y otros seres

del ecosistema de enriquecer y descompactar el suelo. La segunda vía de aumento de la carga es por una mayor producción de forraje, que se relaciona con períodos de descanso más largos, pero si hay demasiado tiempo entre dos pastoreos, se corre el riesgo de que el forraje se lignifique y sea muy poco nutritivo, por lo tanto el productor debe encontrar el equilibrio entre estos dos extremos.



Durante la transformación de una finca hacia una producción más limpia y en regeneración armoniosa con el ecosistema, es habitual encontrar que las pasturas requieren largos períodos de descanso, incluso superiores a 100 días, lo que puede sorprender al ganadero y precipitar el uso de las praderas con un tiempo insuficiente de descanso. Esto se da, ya que **tanto la pastura como el suelo requieren un período de adaptación al sistema, y habitualmente a la vuelta del tercer pastoreo, ya se observa la respuesta de recuperación de la naturaleza, con rotaciones mucho más cortas, voluminosas, diversas y sanas.**

4. Planificar las rotaciones

¿Cómo se calcula el momento óptimo para volver a pastorear? ¿Esa es la duración de la rotación?

Las gramíneas o pastos tienen un crecimiento acelerado, durante el cual acumulan reservas de carbohidratos en la raíz, hay aumento progresivo de fibra y disminución porcentual de la proteína.

Sin embargo, a medida que el pasto madura, produce mucho más volumen, cobertura del suelo y profundización de raíces, por lo que la cosecha o pastoreo tendrá un punto óptimo entre el rebrote de las nuevas hojas y la florecencia, momento en el que el pasto deja de crecer aceleradamente y pierde considerablemente su valor nutritivo, tal como lo explica la Figura 7.

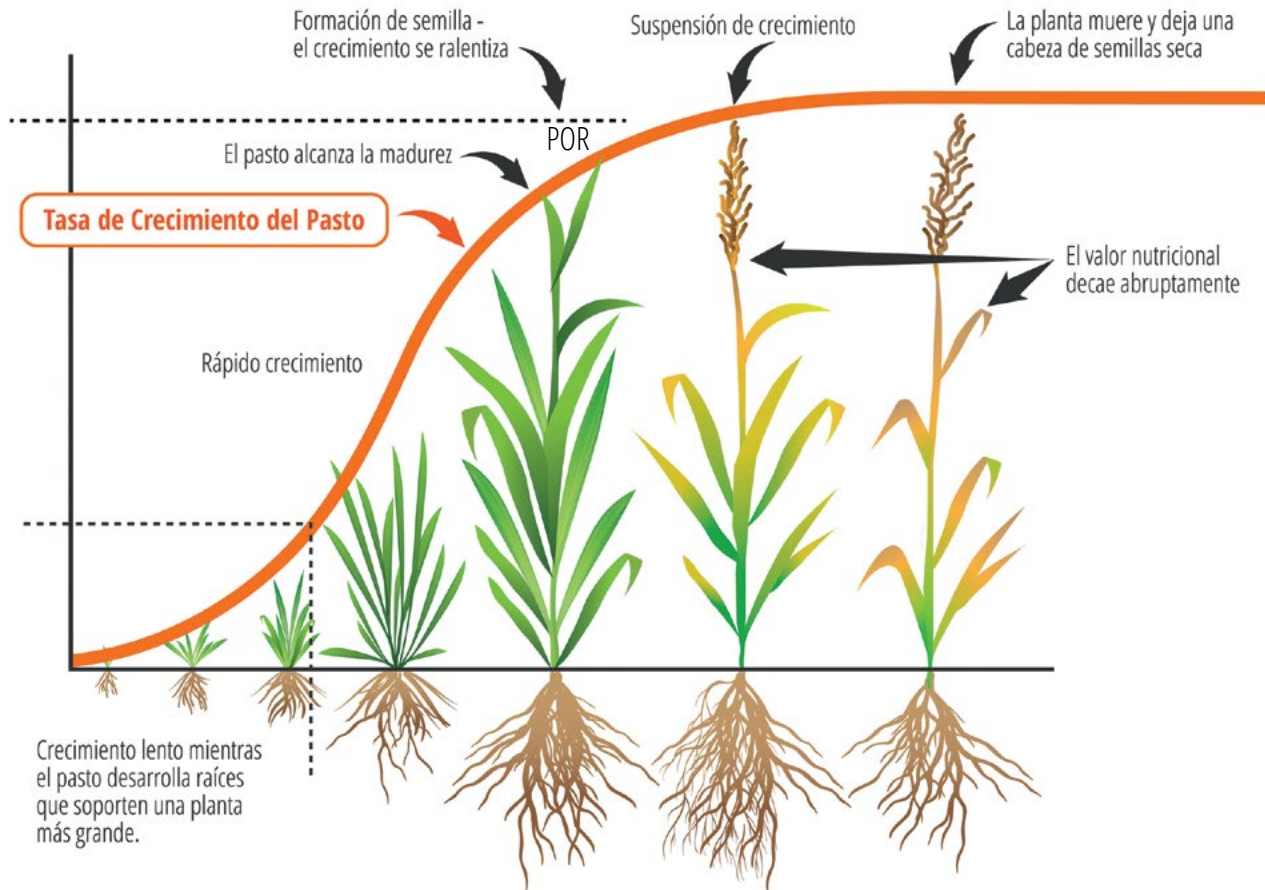


Figura 7. Curva de crecimiento de un pasto típico
Fuente: grassfedsolutions.com



Foto: Luz Ángela Vanegas, Universidad de La Salle

El momento en el que se desacelera el crecimiento, y justo previo a la formación de la espiga de la semilla, es el punto óptimo de reposo (POR), que suele reconocerse por el amarillamiento de tres a cuatro hojas basales (las más cercanas al piso), como se muestra en amarillo, mientras en rojo se observan las espigas de la florecencia. Este es particularmente un pasto que pasó su POR y que podría servir de reserva para una época crítica.

Una vez que la pastura llega al POR, lo ideal es comerla entre los 3 a 15 días posteriores, con el fin de obtener el mayor beneficio posible por área.

El descanso del potrero equivale a la suma de los días en que el pasto predominante en el lote alcanza el POR en las condiciones particulares de una finca, más unos días de espera voluntaria que el productor pone de acuerdo con sus necesidades. Si a esto se le suman los días de ocupación, se obtiene la duración de la rotación. Conviene recordar que al proponer un período de adaptación del suelo y del pasto, se encontrarán, al inicio de la implementación, largos períodos óptimos de reposo, que irán progresivamente reduciéndose y estabilizándose. La mayoría de pastos que hoy encontramos en las fincas son evaluados bajo condiciones dependientes de insumos y en sistemas diferentes al suyo. Mejore su observación, sus sentidos y su paciencia, y empiece a trabajar comprendiendo la naturaleza de su finca y poniéndola a jugar a su favor.

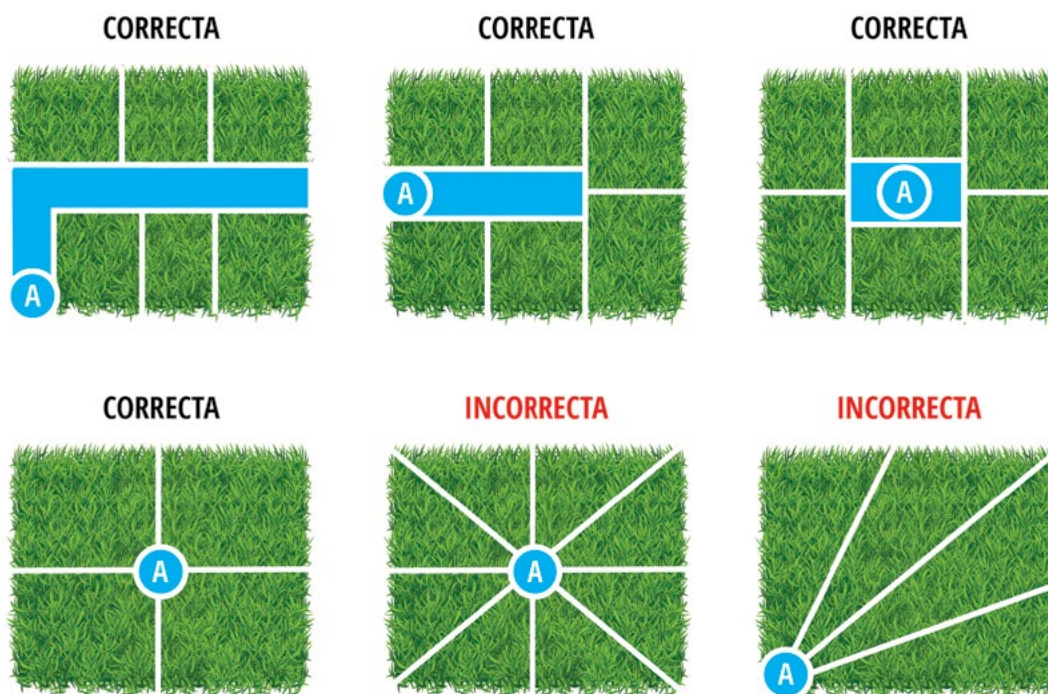
Cuando se da la vuelta al circuito de rotación y se encuentran pastos muy maduros, donde su POR se ha alcanzado mucho antes, indica la falta de ganado en la rotación; mientras que las parcelas que se comen antes de llegar a su POR están usualmente asociadas a un exceso de animales en la rotación.

¿Cómo dividir el terreno en las rotaciones?

Las zonas seleccionadas para el pastoreo deben dividirse con formas que no propicien estrechos alargados, ya que el paso de animales y pisoteo deteriora el forraje y el suelo. Se sugieren franjas diarias de formas rectangulares o cuadradas. Con la cinta o cordón eléctrico, es posible ir abriendo franjas a conveniencia y así minimizar el tiempo de pisoteo y el desperdicio de forraje.

Número de rotaciones: si se quieren tener rotaciones fijas, se pueden dividir los días de descanso entre los días de ocupación y sumarle 1, así para el ejemplo anterior sería $(49 \div 1) + 1 = 50$ potreros. Si se inicia el proceso con 3 días de ocupación y 49 de descanso, sería $(49 \div 3) + 1 = 17,3$ (aproximar a 17) potreros.

La recomendación es tener franjas de pastoreo o potreros grandes (para varios días) y controlar, con un sistema de cerca eléctrica móvil, el desplazamiento del ganado una o varias veces al día.



La letra **A** representa la fuente de agua. Las figuras marcadas como Correctas muestran la manera de realizar un corredor de acceso al agua.

Figura 8. Formas correctas e incorrectas de distribuir las parcelas en torno al agua. Fuente: Pinheiro (2006).

5. Estrategias de planificación para la época crítica

Asegurar siempre el recurso de agua de bebida: se debe recoger el agua y llevarla cerca de las zonas de alimentación del ganado para la época seca o crítica. Para algunos predios, la época lluviosa es más compleja de sobrellevar.

No sobrecargar la finca: es necesario calcular cuánto ganado carga en la finca durante la sequía y llegar con menos de lo que la finca soporta, suponiendo condiciones particularmente difíciles.

Programar la entrada y salida de animales: Una excelente estrategia es vender durante la época de lluvias y comprar durante la época seca, o lo que sería más acertado vender cuando está caro y comprar en el tiempo que esté menos costoso. Descargar la finca de forma progresiva durante la época de abundancia generalmente se relaciona con buenos precios. Si la finca tiene un buen comportamiento y sobra bastante cupo hacia

la mitad del período seco, se puede comprar ganado muy barato para surtir.

Tratar de sincronizar las épocas de abundancia con las de mayor requerimiento del ganado: es ideal que la mayoría de los partos se den hacia el inicio de la época rica en forraje. Es una estrategia de la naturaleza, que permite alimentar mejor a las vacas durante la época de mayor requerimiento (primeros tres meses de lactancia y alcanzar la nueva preñez). Las vacas deben llegar gordas (no obesas) al parto al menor costo posible. Suplementarlas y tenerlas en los mejores potreros en la época de monta son estrategias que ayudan mucho a preñarlas y, por lo tanto, a ganar dinero.

Ajustar la rotación antes de la época más seca o complicada: aumentar el tiempo de descanso voluntariamente, cuando falten dos meses para la época seca, tratar de alargar unos días el período de descanso de los potreros (descargando ganado y comiendo a fondo), así se tendrá un porcentaje mayor de área con forraje para la época más crítica.



Zonas de reserva forrajera: para aumentar la oferta de forraje a bajo costo, se puede contar con una zona de reserva forrajera (“potreros comodines”), usada para alimentar a los animales, rotación de por medio o cada dos rotaciones **durante la época de lluvias. Además, sirven estratégicamente para ser usados en los ciclos de las rotaciones durante el período seco o más crítico.** Estos comodines deben estar en zonas que producen alimento durante la época seca, y dependiendo de la dureza del período, pueden corresponder a un área de entre el 20 y 40% de los potreros de la finca e incluso más. Los comodines también pueden lograrse a través de rotaciones con cultivos transitorios, es decir, durante el semestre de



Foto: CIAT/ Zona de Reserva Forrajera

lluvias, se ocupa en cultivos transitorios como maíz, frijól o yuca, y durante la época seca, pasan a ser pastoreados.



Foto: Juan C. Alfaro, PIRPAG / Ensilado de corte mixto de forraje, Finca Villa One, Santiago de Tolú, Sucre.

Recurso forrajero adicional: básicamente constituido por bancos para corte y acarreo, ensilajes, henolajes, heno y residuos forrajeros de cosecha. Son alternativas completamente viables desde el punto de vista técnico, que se pueden producir en su gran mayoría en la finca o pueden ser comprados en el mercado. En términos generales son costosos; sin embargo, **en ganadería el peor costo es asumir la disminución de la reproducción, producción e incluso la muerte de algunos animales por falta de alimento.**

Migrar a sistemas con altas densidades de árboles y/o arbustos: ya sean por regeneración natural o por siembra programada: en los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos (al menos 25 árboles por hectárea), sistemas silvopastoriles intensivos para ramoneo - SSPi (al menos 4.000 arbustos por hectárea) u otros arreglos agroforestales, los árboles sirven como fuente de alimento, maderables, producción de frutos y sombra, resguardando el suelo del sol y el viento, recirculando nutrientes y agua y manteniendo la humedad que el pasto aprovecha para crecer mejor.



Foto: Sistema Silvopastoril en San Onofre, Sucre.

En la foto se puede observar un SSPi en San Onofre, Sucre, con botón de oro (*Tithonia diversifolia*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*) y totumo (*Crescentia cujete*).

Suplementación estratégica en la época crítica:

la suplementación abarca un espectro muy amplio de posibilidades y su objetivo es mejorar el balance de una dieta que puede ser deficiente en nutrientes, pero adecuada en fibra. Es decir, garantiza el suministro de forraje, pero probablemente de baja calidad, como sería en los potreros comodines.

Se puede suministrar grano, concentrado, torta de palmiste, semilla de algodón, residuos no forrajeros de cosecha, bloques nutricionales y sales proteicas. El consumo de estas últimas viene en un aumento progresivo y acelerado, ya que optimiza las relaciones nutricionales dentro del rumen, haciéndolo más eficiente y, por tanto, promueve el mayor consumo de forraje, aunque este sea de baja calidad. Por ejemplo, en países como Brasil, equivale a cerca del 50% de la sal comercializada.

Esta sal es una mezcla de minerales, urea y granos, con proteína cruda de aproximadamente 50% y un consumo medio en animales adultos de unos 450 g por día. Cada propietario debe analizar sus mejores opciones de acuerdo a su entorno y posibilidades, y puede hacer mezcla de varias estrategias para mejorar la nutrición de los animales en la época crítica, con mucha atención y asesoría en los insumos que usan urea como ingrediente, ya que demanda una etapa para acostumbramiento al

consumo, y su mal manejo produce intoxicación e incluso la muerte del ganado.

Cuando la finca se encuentra en regiones con amplia distribución de lluvias y épocas secas cortas, una buena gestión del agua y un pastoreo organizado es suficiente para garantizar el alimento, donde se puede implementar parcialmente cualquiera de las prácticas anteriormente expuestas.

Ejemplo de planificación con zona de pastoreo para la época crítica

En el siguiente ejemplo, se presenta una zona de 10 ha para planificar la rotación en época de lluvia (amarillo) y 3 ha adicionales que funcionan como reserva forrajera (naranja) para la época más seca, crítica y con menos producción de forraje. La planificación parte de un reservorio de agua que no escasea. Los potreros están enmarcados en rojo, mientras los comodines de la reserva se señalan en morado.

A través de una bomba hidráulica, alimentada con energía solar y representada con una flecha azul, se mueve agua limpia hasta la zona más alta del lote, a un reservorio de 10.000 l (tanques de distribución), donde por gravedad el agua se lleva a las diferentes franjas de rotación. A lo largo de las líneas de tubería principal (azul), se dejan sistemas de acople rápido para poner bebederos portátiles de 250 l, con sistema de boya o flotador.

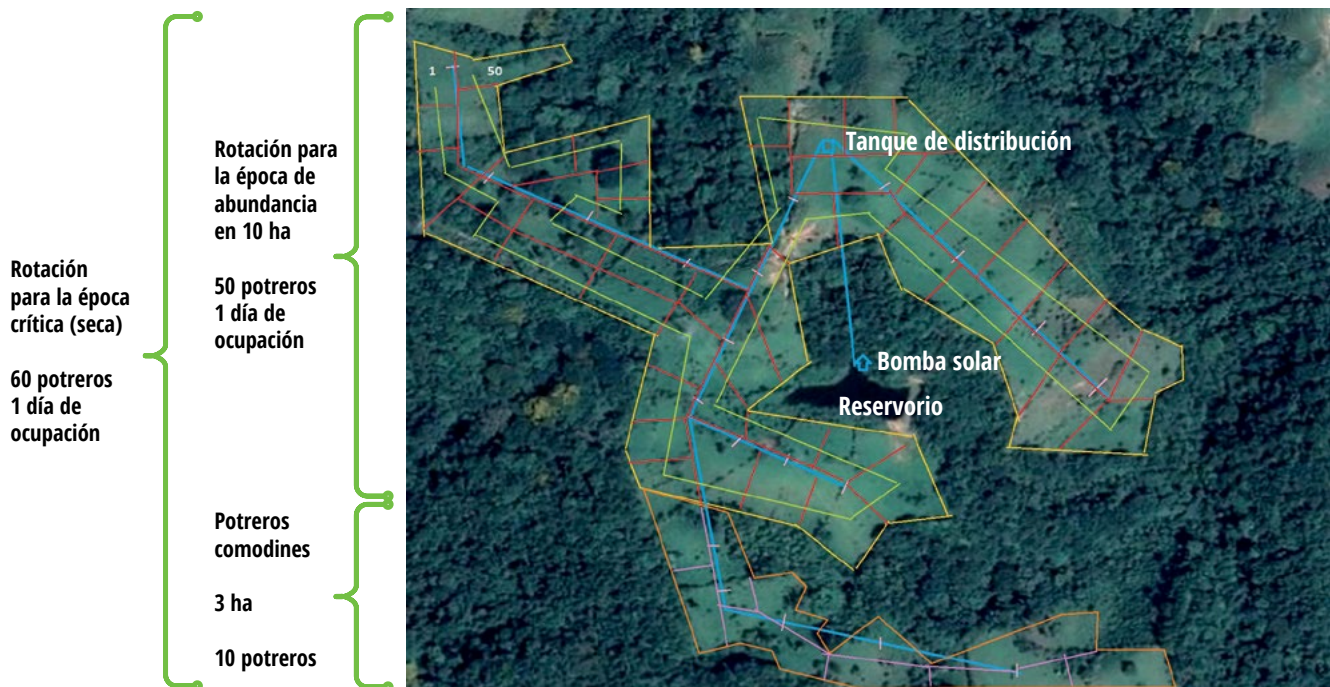


Figura 9. Planificación con zona de pastoreo para la época crítica.

En amarillo, se representa la rotación para la época de abundancia, dividida en 50 potreros (divisiones en rojo), con un orden sugerido de rotación representado por la línea verde.

De acuerdo con el siguiente cuadro, hay que propiciar una venta o salida de 5.278 kg de animales en pie (12.500 kg del cupo en época de abundancia – 7.222 kg del cupo en época de escasez), dato muy cercano a vender los terneros destetos, hacer el reemplazo de las vacas de descarte y vender algunas vacas adicionales en la época de mejor precio. En

este ejercicio, se puede dejar un ternero o ternera en el lote en la época seca.

Esta programación de la carga está fundamentada en tener claridad de la cantidad de animales que puede alimentar en la época con menos pastura, sin considerar que el ganadero cuenta con estrategias complementarias como el ensilaje, heno, residuos de cosecha, granos y sal proteica, entre otras, que le permiten mejorar la alimentación y nutrición de sus animales.

Ejercicio de planificación forrajera para la época crítica		
	Rotación en época de abundancia	Rotación en la época crítica (seca)
	Lote 1	Lote 1 + Lote 2
Promedio de forraje kg/m ²	1,5 kg/m ²	0,8 kg/m ²
Tamaño del lote	10 ha	13 ha (10 ha + 3 ha de reserva)
Aforo de forraje para cada lote	1,5 kg x 100.000 m ² = 150.000 kg de forraje	0,8 kg x 130.000 m ² = 104.000 kg de forraje
Oferta diaria de forraje	150.000 kg ÷ 50 días = 3.000 kg/día	104.000 kg ÷ 60 días = 1.733 kg/día
Kg de ganado que puede alimentar	3.000 kg ÷ 12 % x 50% = 12.500 kg	1.733 kg ÷ 12% x 50% = 7.222 kg
Distribución de un hato promedio de acuerdo a los kg de ganado que puede alimentar en las rotaciones	Vacas: 450 kg x 20 = 9.000 kg Terneros: 200 kg x 14 = 2.800 kg Toro: 700 kg Total 12.500 kg	Vacas: 450 kg x 14 = 6.300 kg Terneros: 200 kg x 1 = 200 kg Toro: 700 kg Total 7.200 kg
Conclusiones	<p>La alta variación de forraje de esta finca se compensa con una buena planificación de la carga. En la medida que se haga un buen ejercicio, con el paso de varios pastoreos, los potreros ofrecerán mejor carga y comportamiento, minimizando los kilogramos de ganado a vender.</p> <p>Es importante evaluar la condición de cada predio y el propósito que persigue el productor y probar escenarios diferentes como, por ejemplo, aumentar el área de reserva forrajera.</p>	

Para ver el testimonio del proceso en Las Carolinas, ver video en Anexo.

Consejos prácticos finales para iniciar el proceso de rotaciones con enfoque sostenible

Si se quiere emprender definitivamente este proceso, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones finales:

El ecosistema de la finca inicia un proceso para equilibrarse, por lo que conviene intervenir lo menos posible. Por ejemplo, con el buen manejo de las rotaciones, se bajan las poblaciones de garrapatas; con la restricción de sustancias plaguicidas inespecíficas, aparecerán depredadores como aves, ranas y otros insectos, y mayor biodiversidad en los potreros y sus alrededores.

Los cambios deben ser progresivos en los tiempos de ocupación y presión de pastoreo: si el ganado es arisco o viene de sistemas con grandes potreros, se debe tratar de reducir progresivamente los días de ocupación, y si es el caso, acostumbrarlos a la cerca eléctrica. Se debe reducir progresivamente el tiempo de ocupación hasta llegar al que se considere ideal de acuerdo con las necesidades y prioridades. De forma general, se sugiere un máximo de tres días y un mínimo de dos cambios por día. Cuando se tenga mayor experiencia, se pueden aumentar los movimientos por día, hasta cuatro o cinco al día. Si el sistema es móvil, se debe dar siempre una buena oferta de forraje en el último cambio del día. Así, por ejemplo, si hacen dos cambios diarios, se puede ofrecer cerca del 40% del área en la mañana y 60% en la tarde y la noche.



Acostumbrar al ganado a comer la mayor cantidad del forraje ofertado: no se deben dejar parches sin comer o con pasto muy alto dentro de la parcela. Si es necesario, se debe mantener el ganado por más tiempo para presionar el consumo, así los animales crearán un mejor hábito de voracidad y competencia, y se obtendrá un mejor rebrote para el próximo pastoreo. **Conviene recordar que el ganadero es quien entrena al ganado y no al contrario.** Las reses siempre verán más verde al otro lado del cerco y le harán saber al ganadero cuándo quieren el cambio, pero si la observación y el cálculo del aforo indican que aún hay comida en la parcela, se debe prolongar su permanencia por un tiempo prudente. **Ocasionalmente, conviene podar el forraje que el ganado no come ni pisa.**



Los primeros dos a tres ciclos de la rotación son los más complejos y difíciles para los recién iniciados en el proceso, incluido el ganado, pero si el ganadero y sus colaboradores entienden que no están atendiendo vacas, sino generando dinero a través de un pastoreo que regenera el suelo, será más sencillo que se tomen las mejores decisiones para el sistema productivo.

Establecer un área de rotación para cada lote al menor costo posible: se deben preferir las inversiones de bajo costo, hacer zonas o franjas de pastoreo y fraccionarlas con sistemas de cerca eléctrica móvil (varillas y cinta). Si ya se tienen muchas divisiones en alambre de púa, solo se usa la cerca eléctrica para parcelar internamente. Es importante recordar que si el bebedero es móvil, es recomendable desplazarlo al menos cada 3 días (previa labor de aseo y mantenimiento). Mientras se hace el cambio de bebedero, al ganado no le gusta regresar a parcelas que fueron bien comidas, orinadas, defecadas y pisoteadas, razón por la cual se puede dejar libre el acceso a esas áreas durante máximo 3 días, pero se debe procurar una restricción absoluta de acceso del ganado desde ese momento hasta el siguiente ciclo de pastoreo.

En la Finca Villarreal, Fortul, Arauca, se ofrece a los animales potreros para tres días con una estructura de postes fijos en cerca eléctrica, y a su vez, estos



son fraccionados con cinta para ofrecer dos franjas por día. Alcanzan altas cargas de 4,5 animales/ha sin fertilizar.

Si el suelo está muy degradado, se pueden usar abonos verdes, caldos microbiológicos o poner material compostado: estas recomendaciones son solo para casos de deterioro extremo, ya que con un buen manejo del pastoreo es suficiente para transformar la mayoría de los suelos en ganadería hacia unos suelos más productivos y sanos. Con insumos muy económicos como estiércol fresco de vaca, melaza, agua no clorada o reposada, tierra fértil, leche descremada o suero sin sal, entre otros, se pueden preparar biofertilizantes y dinamizadores del suelo a un precio módico.

Observar la distribución y consistencia de las boñigas permite entender qué tan bien se está haciendo el manejo: un aspecto relevante para saber qué tan adecuada es la presión de pastoreo es la distribución de las boñigas (heces, bostas o materia fecal), las que en una pastura de porte medio (1 a 1,5 kg/m²) deben estar a una distancia de 1 m aproximadamente entre una y otra, cuando el aforo es más alto pueden estar más cerca, y cuando es menor, pueden estar más distanciadas. Distancias muy amplias se relacionan con falta de carga, muy poca oferta de forraje o malas prácticas de pastoreo.



Foto: Héctor Jaime Aricapa

Observar la distribución uniforme de las boñigas sobre el terreno y el alto consumo del forraje permite identificar una rotación bien manejada.

Tanto las boñigas, como la orina y el pasto marchito se convertirán en nueva materia orgánica en el suelo.

Las boñigas deben ser pastosas, en forma de torta, abundantes y con una pequeña depresión en su centro (foto de la derecha). Ese es un buen indicio de que los animales están comiendo un volumen adecuado de forraje de buena calidad. Cuando son muy secas, más duras y de bordes redondeados se relacionan con pasturas con mucha fibra y de baja calidad nutricional, mientras que cuando son muy líquidas o sueltas pueden estar señalando una alimentación pobre en fibra, probablemente asociada a tiempos muy cortos de recuperación del pasto.

Este tipo de implementaciones, habitualmente en un plazo de un año y de forma aproximada, triplican la carga comparada con la ganadería



extensiva o de rotación alterna, mantiene buenos indicadores productivos individuales y los mejora dramáticamente cuando se miden por hectárea, e inician una dinámica de mejoramiento progresivo del suelo, que harán al ganadero más independiente de fertilizantes y otros insumos, lo prepararán mejor para las variaciones y cambios del clima y le ofrecerán una mayor rentabilidad y calidad de vida.



Bibliografía

- Alianza de Bioersity International y el CIAT. 2020. Programa Integral de Reconversión Productiva y Ambiental de la Ganadería (PIRPAG). CIAT, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Información sin publicar.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (n.d.). Manual de Piscicultura: Colección FAO Capacitación. Recuperado de: <https://bit.ly/3b8l1V6> (Consultado el 4 de septiembre de 2020).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia: Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. FAO, Santiago, Chile. 276 p. Recuperado de: <https://bit.ly/3uMoO25>
- IPES (Promoción del Desarrollo Sostenible) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. IPES, RUAFA, FAO. 94 p. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf> (Consultado el 25 de septiembre de 2020).
- Ortiz J; Camacho A; Ayala K. 2019. Lineamientos para el diseño de programas y proyectos de ganadería sostenible. Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI), Bogotá, Colombia, 134 p. Recuperado de: <https://bit.ly/387m19U> (Consultado el 1 de septiembre de 2020).
- Pinheiro LC. 2006. Pastoreo Racional Voisin. Tecnología agroecológica para el tercer milenio. Hemisferio sur, Buenos Aires, Argentina. 253 p.
- Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. 2016. Alternativas de conservación para la época crítica, cosecha de agua. Colombia. 11 p. Recuperado de: <https://bit.ly/306RjJj> (Consultado el 6 de septiembre de 2020).
- Reinoso V; Soto C. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) Pastoreo rotativo y en franjas. Revista Veterinaria, Montevideo 41(161-162):15-24. Recuperado de <https://bit.ly/3sH8cXG>
- Ruechel J. (2009-2020). Grass Fed Solutions. Recuperado de <https://www.grass-fed-solutions.com/> (Consultado el 8 de septiembre de 2020).
- Sierra NF. 2020. Curso virtual ganadería rentable y regenerativa. Asociación ACOGANAR. Colombia.
- Solarte LH; González JG; Manzano L; Murgueitio E; Uribe F. 2013. Guía para realizar una planificación forrajera en predios ganaderos. FEDEGAN-FNG, SENA, CIPAV, Colombia. 32 p. Recuperado de: <https://bit.ly/3kCYZgp>
- The Carbon Under Ground. 2020. Why Regenerative Agriculture? Los Ángeles, EU. Recuperado de: <https://thecarbonunderground.org/> (Consultado el 25 de agosto de 2020).
- UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria). 2019. Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. Recuperado de: <https://sipra.upra.gov.co>
- Uribe F; Zuluaga AF; Valencia L; Murgueitio E; Ochoa L. 2011. Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCIÓN, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p. Recuperado de: <https://bit.ly/3bbRLNb>
- Vanegas LA. 2015. Dinámica de crecimiento y criterios de pastoreo para optimizar el uso de praderas *Brachiaria brizantha* cv Toledo. Trabajo de grado de Maestría en Agrociencias. Universidad de La Salle, Colombia. 253 p. Recuperado de: <https://bit.ly/3e57FLk>

Anexo

En los siguientes videos se comparten experiencias de ganaderos exitosos, que han cambiado su forma de producir por una más amigable con la naturaleza, mejorando su calidad de vida y sus ingresos, y garantizando la sostenibilidad del ambiente.

Hacienda Verona



En Verona, hay una visión integral del desarrollo sostenible, donde son tan importantes los cambios en la finca como en el manejo y selección de ganado criollo, adaptado para producir bajo condiciones tropicales difíciles. (<https://bit.ly/3e52VDC>)

Finca Sobre las Olas



La experiencia en la finca Sobre las Olas nos muestra un cambio fundamental del concepto ganadero, y nos enseña a desarrollar la producción en torno a lo que la naturaleza ofrece en cada región. (<https://bit.ly/3snqT26>)

Fincas Las Carolinas



Allí se desarrolla un manejo con enfoque holístico, garantizando el forraje para todo el ganado a pesar de los duros veranos, mejorando la biodiversidad del ecosistema y mejorando progresivamente la calidad del suelo. (<https://bit.ly/2Q5aVf0>)



Alianza



Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) son parte de CGIAR, un consorcio mundial de investigación para un futuro sin hambre.
Bioversity International es el nombre operativo del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

Sede Regional para las Américas
Km 17 Recta Cali-Palmira. CP 763537
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia
Tel. (+57) 2 4450000

alliancebioversityciat.org
www.bioversityinternational.org
www.ciat.cgiar.org
www.cgiar.org