

**Estudio técnico para la transformación de la
unidad de Ganado de Carne en la Escuela
Agrícola Panamericana, Zamorano a
Pastoreo Racional Voisin (PRV)**

**Matias Duque Montoya
Andrés Fonnegra Páez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Estudio técnico para la transformación de la
unidad de Ganado de Carne en la Escuela
Agrícola Panamericana, Zamorano a
Pastoreo Racional Voisin (PRV)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Matias Duque Montoya
Andrés Fonnegra Páez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Estudio técnico para la transformación de la unidad de Ganado de Carne en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano a Pastoreo Racional Voisin (PRV)

Matias Duque Montoya
Andrés Fonnegra Páez

Resumen: La ganadería de carne en la mayoría de países de América Latina está regida por sistemas de producción extensivos, en los cuales el animal tiene una baja disponibilidad de alimento en términos de cantidad y calidad de forrajes, reflejo de la poca o nula intervención humana en cuanto a manejo e inversión, dejando como resultado la escasa generación de riqueza como consecuencia del ineficiente uso de recursos. La Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano cuenta con 238.71 ha para producción de pasto. Se georreferenciaron y digitalizaron los lotes de la UAP Ganado de Carne. Posteriormente, se diseñaron diez circuitos bajo los principios del sistema de Pastoreo Racional Voisin. Asimismo, se realizaron los presupuestos de implementación para establecer los terrenos diseñados. Como finalidad, se proyectó el hato a diez años para evaluar el crecimiento biológico bajo dos escenarios con 150 y 200 vientres en producción; cargas animal máximas de 2.14 y 3.41 UA/ha, respectivamente. Se determinó una inversión total de USD 179,800 para establecer el total de lotes y un costo de USD 753 por hectárea, donde se observa un alto costo por hectárea para los circuitos de menor área. En cuanto a la evolución del hato, el sistema actual llega a su capacidad de carga potencial en el año 2024 con 150 vientres en producción y el escenario bajo PRV logra una capacidad máxima mayor en el mismo año con 200 vientres en producción.

Palabras clave: Georreferenciación, inversión, mapas, proyección del hato.

Abstract: In most part of Latin America, livestock production such as beef cattle farming is based on extensive production systems. These methods, in which the animal has a low availability of food in terms of quantity and quality of forages, reflect the lack of human intervention in terms of herd management and investment, leaving a scarce generation of wealth due to the inefficient use of the resources. Zamorano Pan-American Agricultural School counts with 238.71 ha of land for beef production. The terrains of the Beef Cattle Technical Unit were georeferenced and digitized. Subsequently, ten circuits were designed under the principles of the Voisin Rational Grazing system. Initial investment budgets were developed for each lot. Then, the herd was projected to a ten years biological growth under two scenarios, with 150 and 200 bellies in production; maximum animal loads of 2.14, and 3.41 AU/ha respectively. A total investment of USD 179,800 and a cost per ha of USD 753 is needed, observing a high cost per ha for the smaller terrains. Regarding the evolution of the herd, the current system reaches its maximum animal load in the year 2024 with 150 bellies under production, and the scenario under PRV reaches a higher maximum the same year with 200 bellies.

Key words: Georeferencing, herd projection, investment, maps.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES	37
5. RECOMENDACIONES	38
6. LITERATURA CITADA	39

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Inversión en bebederos para el rediseño en el circuito de pastoreo El Guanacaste con tubería de ¾” de diámetro.....	9
2. Inversión para el establecimiento de cercas para el rediseño en el circuito de pastoreo El Guanacaste.....	10
3. Inversión en tubería para sistema de bebederos para el rediseño en el circuito de pastoreo Monterredondo.....	12
4. Inversión en alambrado para el rediseño del circuito de pastoreo Monterredondo 1, 2 y 3.....	12
5. Inversión en tubería para sistema de bebederos en 25.1 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo La Pista.....	14
6. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo La Pista.....	15
7. Inversión en tubería para 5.04 ha en el circuito de pastoreo Los Mingos.....	17
8. Inversión en alambrado para el circuito de pastoreo Los Mingos.....	17
9. Inversión en tubería para sistema de bebederos en 48.8 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo Florencias del Pinar.....	19
10. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo de Las Florencias del Pinar.....	20
11. Inversión en tubería para sistema de bebederos para 70.2 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo El Llano de Ocotil.....	22
12. Inversión en cercas para el rediseño en el circuito de pastoreo El Llano de Ocotil.....	23
13. Inversión en tubería en 4.86 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3.....	25
14. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3.....	25
15. Inversión en tubería para el rediseño en el circuito de pastoreo de Sementales.....	27
16. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo Sementales.....	27
17. Resumen de área, inversión total, inversión por hectárea y total neto para cada circuito de pastoreo.....	28
18. Proyección del hato de la UAP Ganado de Carne de Zamorano con 150 vientres en producción y carga animal en 223 ha disponibles.....	29
19. Distribución del hato para el primer escenario, número de cabezas, unidades animal y capacidad de carga (UA/ha) en el 2018 y 2024, año que logra su máxima capacidad.....	30
20. Distribución del hato y el área, unidad animal y capacidad de carga (UA/ha) en cada circuito de pastoreo para el primer escenario en el 2018 y 2024.....	30

21. Proyección del hato de la UAP Ganado de Carne de Zamorano con 200 vientres en producción y carga animal en 223 ha disponibles.....	33
22. Distribución del hato para el segundo escenario, número de cabezas, unidades animal y capacidad de carga (UA/ha) en el 2018 y 2024, año que logra su máxima capacidad.....	34
23. Distribución del hato y el área, unidad animal y capacidad de carga (UA/ha) en cada circuito de pastoreo para el primer escenario en el 2018 y 2024.....	34
24. Composición del hato en cabezas de ganado para los dos escenarios en el año 2018 para 223 ha disponibles.....	35
25. Composición del hato en cabezas animal para los dos escenarios en el año de su máxima carga animal en 223 ha disponibles.....	36

Figuras	Página
---------	--------

1. Circuito de pastoreo El Guanacaste en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	8
2. Circuito de pastoreo Monterredondo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	11
3. Circuito de pastoreo La Pista en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano....	13
4. Circuito de pastoreo Los Mingos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	16
5. Circuito de pastoreo Florencias del Pinar en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	18
6. Circuito de pastoreo El Llano de Ocotál en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	21
7. Circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	24
8. Circuito de pastoreo Sementales en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.....	26

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de carne en la mayoría de países de América Latina está regida por sistemas de producción extensivos, en los cuales el animal tiene una baja disponibilidad de alimento en términos de cantidad y calidad de forrajes, reflejo de la poca o nula intervención humana en cuanto a manejo e inversión, dejando como resultado la escasa generación de ingresos como consecuencia del ineficiente uso de recursos. En Centro América, el área destinada a pasturas sigue incrementando cada día, lastimosamente la productividad expresada en capacidad de carga por hectárea y kilogramo de carne producidos por hectárea son cada día menores, lo cual ha llevado a presentar datos tan alarmantes como una descapitalización del 44% de los productores pecuarios en Brasil en el periodo 1994-2002, lo cual deja un mensaje profundo y de peso (Murgueitio 2009). El mal uso de la tierra, el mal manejo de las pasturas, el manejo irracional de los animales, el uso ineficiente de los recursos no finitos, principalmente la energía solar, el uso desmedido de fertilizantes y agro tóxicos, son algunos de los causantes de la problemática que hoy afronta la ganadería Latino Americana. En los últimos años se han venido desarrollando diferentes métodos de pastoreo que, aunque difieren entre ellos, todos tienen como finalidad hacer un uso más eficiente de los recursos, aumentando la capacidad de carga expresada.

Pastoreo Rotacional Intensivo: Es un sistema en el cual después de un cierto periodo de descanso del potrero, el ganado entra por un periodo corto de ocupación a pastorear la pradera. Este sistema se caracteriza por pasar de lote en lote con una secuencia ya establecida. El aprovechamiento del pasto en un sistema rotacional intensivo puede llegar al 70% vs un 50% que se logra en un sistema extensivo tradicional (Giraldo 2008). El PRI aumenta la productividad por ha ya que cualquier división del área incrementa la producción por ha (Bermúdez 2003). Una gran desventaja del PRI es que los animales van de un potrero al siguiente con una secuencia ya establecida y no se tiene en cuenta el estado del pasto de cada potrero lo cual se puede ver reflejado en una rápida degradación de pasturas (Galindo 2010).

Pastoreo Inteligente JAVA: Es una novedosa técnica de manejo de pasturas que se puede adaptar tanto al PRI como al PRV. Fue creado por el Dr. Jaime Aristizabal Vallejo, Profesor Pleno de la universidad de Antioquia en Medellín, Colombia. El principal objetivo del pastoreo inteligente JAVA es disminuir las pérdidas de forraje por pisoteo, orina, heces, saliva y doblamiento, entre otros. Para implementar el pastoreo inteligente JAVA se debe contar con una cerca móvil eléctrica, una segadora y un pastor que se encargue de mover la cerca cuantas veces sea necesario y de cortar las franjas de pasto con la segadora. La cerca

móvil debe ponerse a una altura de 70 o 80 cm para que el animal logre pasar su cabeza para cosechar el pasto, pero que no pueda pisarlo ni mucho menos defecarlo ni orinarlo. Con el pastoreo inteligente java el desperdicio de pasto se reduce hasta un 5% (Aristizabal 2016).

Pastoreo Racional Voisin (PRV): Es un sistema que plantea como solución una conducta protectora del ambiente, capaz de recuperar el suelo y producir resultados económicos positivos, reales y permanentes (Pinheiro 2006). El objetivo del PRV es hacer que el animal coseche el pasto en su punto óptimo de reposo y que a su vez deje la saliva necesaria para que el pasto rebrote. Para cumplir este objetivo, Voisin desarrolló cuatro leyes universales que deben ser rigurosamente cumplidas para que el proyecto funcione. Las cuatro leyes son las siguientes: Ley del reposo, Ley de ocupación, Ley de los rendimientos máximos y Ley del rendimiento regular (Pinheiro 2006).

Las leyes universales creadas por André Voisin son aquellas leyes que rigen el PRV, leyes que, al ser obedecidas en su totalidad, permiten al productor obtener máximos resultados técnicos y económicos sin agresión al ambiente y con una alta tasa de secuestro de CO₂. La gráfica de la “S sigmoidea” desarrollada por André Voisin, es la base de las leyes universales del PRV. Dicha gráfica, muestra el comportamiento de un pasto y describe sus tres etapas de crecimiento. La primera etapa se caracteriza por un crecimiento lento, característico de los primeros días después de la cosecha, en el cual utiliza sus reservas para rebrotar, pero aún no tiene hojas fotosintéticamente activas. Luego, la etapa más conocida como: “llamarada de crecimiento”, en donde el pasto tiene sus hojas fotosintéticamente activas. En esta etapa el crecimiento es exponencial y el pasto es sumamente eficiente en la fijación de CO₂ (balance energético positivo). Posteriormente, la etapa final coincide con el punto de inflexión en la gráfica, en el cual el pasto reduce o detiene su crecimiento. En esta etapa el pasto es ineficiente en la fijación de CO₂ y aumenta su tasa de respiración (emisión de CO₂). Justo en el punto donde finaliza la llamarada de crecimiento es el punto que André Voisin denominó, punto óptimo de reposo, periodo en el cual el pasto debe ser cosechado por el animal (Pinheiro 2006).

(Pinheiro 2006) relata que el sistema PRV es la tecnología de manejo de pastos más moderna, más eficiente y más lucrativa que existe, de acuerdo a esto debe ser establecido en el sistema de Aprender Haciendo de la Unidad de Aprendizaje y Producción (UAP) de Ganado de Carne. Algunos de los factores que hacen superior al PRV son los siguientes: produce más kilogramo de peso vivo por hectárea, tiene menor costo por unidad de producto, incrementa la fertilidad del suelo, tiene un balance energético positivo, produce alimentos limpios, respeta el bienestar animal y genera una mayor ganancia económica real y porque es esencial para la agricultura sustentable y agroecológica.

- El objetivo del estudio fue adaptar los circuitos de pastoreo de la UAP Ganado de Carne a nuevos diseños de PRV bajo leyes universales utilizando “AutoCAD 3D Metric 2018”, establecer presupuestos y necesidades de inversión para cada uno de los circuitos de pastoreo y desarrollar una proyección del hato a 10 años y simular los efectos de carga animal con y sin la implementación de un sistema PRV.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y clima.

La unidad de ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana, cuenta con 238.71 hectáreas de producción, situadas en el Valle del Yegüare, Municipio de San Antonio de Oriente, Departamento Francisco Morazán, Honduras, situada a 776 msnm, contando con una precipitación anual promedio de 1023 mm y una temperatura promedio de 23.3 °C.

Procesos para la realización del estudio.

Los procesos realizados para llevar a cabo el análisis de factibilidad técnica, fueron: la georreferenciación de los lotes, la digitalización de los mapas, los diseños de lotes, la elaboración del presupuesto por lote y la evolución física del hato.

Georreferenciación. Como primer paso para el estudio, se tomaron puntos de referenciación mediante el “Geographical Position System” (GPS) “GPSMAP® 62s” de Garmin. El total de los lotes de la UAP Ganado de Carne, fueron rodeados perimetralmente en campo, con el fin de digitalizarlos posteriormente.

Digitalización. Para la digitalización de los mapas se utilizó el programa “Global Mapper 18” con el fin de transformar el formato de los puntos de referenciación del GPS a uno compatible con el programa “AutoCAD Civil 3D Metric 2018”. Una vez abiertos en el programa, se delimitaron cada uno de los lotes de la unidad para determinar su área y perímetro.

Diseño de lotes. Los diseños establecidos en cada uno de los lotes de la UAP ganado de carne, fueron elaborados en base a el Pastoreo Racional Voisin, siendo rediseñados en diez circuitos de rotación que se denominan: El Guanacaste, Monterredondo 1, Monterredondo 2, Monterredondo 3, Florencias del Pinar, La Pista, El Llano de Ocotal, Búfalos 1, 2 y 3, Los Míngos y Sementales utilizándose el programa “AutoCAD Civil 3D Metric 2018”.

Presupuesto. Una vez determinados los diseños, se procedió a desarrollar el presupuesto de cada lote. Los presupuestos fueron elaborados teniendo en cuenta los siguientes materiales: tubería para bebederos, uniones y adaptadores; alambre liso y triple aislado, postes maestros, normales y para templar; aisladores e impulsores para la elaboración de las cercas, y la mano de obra para la realización las diferentes instalaciones. Por otro lado, se planteó establecer cerca viva para la reducción de costos de mantenimiento en un futuro, además de contar con beneficios para la alimentación y manejo del hato.

Cálculo bebedero. El número de bebederos va a depender de la topografía, es decir, bajo condiciones perfectas sería el número de potreros dividido cuatro. Sin embargo, en algunos lotes esto no es posible y se presentan situaciones en los que se establece un bebedero para dos o más potreros.

Cálculo diámetro de los bebederos. El diámetro del bebedero se basa en los siguientes parámetros: Un arco de 0.5 m de borde interno del bebedero llamado “vaso” sirve para que beban 10 a 30 cabezas de ganado, más no UGMs o UA. Para lotes de hasta 50 cabezas se utiliza 1:10; para lotes de hasta 200 cabezas, 1:15; lotes de hasta 300 cabezas, 1:20; lotes de hasta 400 cabezas, 1:25, y para lotes de hasta 600 cabezas se utiliza 1:30. La altura de los bebederos es 0.5 m. El cálculo se presenta en las ecuaciones 1 a 3 abajo (Pinheiro 2006).

$$\frac{\text{Cantidad de cabezas}}{\text{Ratio de capacidad}} = \text{Número de "vasos" de 0.5 m} \quad [1]$$

$$\text{Número de "vasos"} \times 0.5 = \text{Perímetro del bebedero} \quad [2]$$

$$\frac{\text{Perímetro del bebedero}}{\pi} = \text{Diámetro del bebedero} \quad [3]$$

Cálculo de saleros. Un neumático partido a la mitad sirve para 60 cabezas; se debe colocar en el extremo opuesto del agua. La cantidad de sales ureicas van a depender de la cantidad de UA, 30 a 50 g/día/UGM (Pinheiro 2006). Se determinó un diámetro de 40” o 1 m para los saleros.

Cálculo número de potreros. El número de potreros por lote se determina en la ecuación 4. El número de lotes casi siempre es uno, a no ser que tenga un lote de repaso y otro de despunte (Pinheiro 2006).

$$\frac{\text{Tiempo de reposo}}{\text{Tiempo de ocupación}} + 1 = \text{Número de potreros} \quad [4]$$

Cálculo pasillos. Se considera del 5 a 10% del área total del lote para pasillos. Para este estudio, se consideraron pasillos o corredores de seis metros de ancho (Pinheiro 2006), para facilitar el movimiento del ganado durante las actividades de movimiento por cambio de potreros, como por actividades de manejo como la inseminación artificial y el manejo o suplementación estratégica de los terneros.

Bases utilizadas para la elaboración de los diseños de los lotes. Voisin desarrolló cuatro leyes universales fundamentales para el correcto funcionamiento y manejo del hato. También desarrolló conceptos fundamentales para el correcto diseño y establecimiento de un proyecto PRV. El primer concepto tiene que ver con la forma geométrica de los potreros. Lo ideal, es que los potreros sean cuadrados, ya que es el área geométrica que presenta el menor perímetro, por ende, un menor costo de postes y alambrado. Sin embargo, en terrenos irregulares se permiten una relación largo ancho 3:1. Como también afirma que el agua

debe de ir al animal, no el animal al agua, debido a que en las ganaderías tradicionales el animal tiene que gastar mucha energía desplazándose hasta la fuente de agua, con el agravante de que muchas veces por asuntos de jerarquía algunos animales solo tienen acceso por un corto periodo de tiempo a agua sucia, pisoteada, con heces y orina. Estos animales en la mayoría de los casos no logran ni siquiera saciar su sed, planteando que se debe instalar un bebedero circular en el centro de cada cuatro potreros. El bebedero debe ser circular ya que es la figura geométrica que representa un mayor perímetro, además, en diversos estudios, Voisin comprobó que existe un menor efecto de jerarquías. El tercer concepto plantea que jamás un lote de ganado debe de pasar de un potrero a otro y mucho menos atravesar un potrero para desplazarse a otro, por lo cual el tercer concepto establece que toda la finca debe de estar interconectada por pasillos que pueden ser de 5 a 20 m de ancho. Este concepto garantiza que el ganado siempre utilizará los pasillos para desplazarse de un potrero a otro. Además, hace posible el correcto funcionamiento del arte de saber saltar, característico de PRV, pues no se sigue un patrón de rotación constante. El cuarto y último concepto plantea que las puertas de cada potrero deben de estar en el punto más alto de cada potrero para evitar problemas por encharcamiento (Pinheiro 2006).

Tomando en cuenta cada uno de estos conceptos, se rediseñaron las rotaciones de pastoreo en cada uno de los circuitos para que se pueda establecer una ocupación de 0.5 a 1 día por potrero y un descanso que oscila entre 21.5 a 45 días. Tomando en cuenta que no hay una rotación específica o pre planificada de los potreros o áreas de pastoreo. Por otro lado, las áreas consideradas son desde 1,900 m² hasta 16,000 m² para cada unidad de pastoreo racional.

Evolución física del hato. Se establecieron dos escenarios para la proyección del hato a diez años. La evolución permitió un crecimiento biológico en base a la carga animal establecida en función al sistema de pastoreo y un potencial de vientres en la UAP Ganado de Carne. El primer escenario presenta el potencial actual de la UAP bajo un sistema de pastoreo rotacional y suplementado. El segundo refleja un potencial mayor bajo el sistema PRV, siempre suplementando las vaquillas en desarrollo, el desarrollo de los toros de venta y la suplementación estratégica para los terneros. Dentro de la proyección del hato se presentan las diferentes categorías dentro del hato de UAP Ganado de Carne, siendo estas: Terneros y terneras, terneros y terneras destetadas de 8 a 12 meses, vaquillas en desarrollo de 12 a 24 meses, vaquillas de reemplazo de 24 a 36 meses, vacas en producción, toretes de 12 a 24 meses y toretes mayores a 24 meses. Finalmente, el hato se proyecta en función de indicadores de desempeño del hato actual y a través de los años tomando en cuenta las mejoras en desempeño y productividad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño de mapas y sus presupuestos.

Diseño de mapas. Se realizaron los diseños de diez circuitos con el programa “AutoCAD 3D Metric 2018”, teniendo en cuenta los siguientes conceptos para el establecimiento de un proyecto con el objetivo de garantizar la homogeneidad de los lotes, es importante elaborar mapas de los terrenos que incluyan los principales elementos de manejo como fuentes de agua, corredores de desplazamiento y corrales, entre otros (Murgueitio 2010). Los diseños de estos potreros se determinaron para beneficiar el tiempo de reposo y buen manejo de la pastura, con el fin de aumentar la oferta alimenticia y consecuentemente un mayor manejo de unidades animales en los terrenos. El adecuado tiempo de reposo de la pastura es esencial para garantizar la máxima producción de biomasa con calidad suficiente y sin deteriorar la persistencia de la misma; ofreciendo al rumiante un alimento de calidad el cual se va a ver reflejado en un adecuado o superior incremento de peso sin deteriorar la pastura (Guevara *et al.* 2003). Por último, es pertinente mencionar la suplementación con concentrado, sales minerales, bloques multinutricionales durante todo el año y el ensilaje bajo condiciones de sequía y escasas de oferta de pastura para todos los circuitos presentados.

Por otro lado, el alambrado es un elemento esencial para el buen manejo del hato y uso del terreno. Como menciona Bartlett (2006), la cerca eléctrica debe convertirse en una barrera psicológica para el animal, parecido al ser humano frente a una señalización de ‘Cuidado, dinamita’. Es por eso que el alambrado debe mantenerse siempre funcionando y bajo un mantenimiento periódico por otro lado, la interacción de vegetación o algún tipo de objeto que no sea parte del circuito cerrado afectará la conducción de la energía, por ende, disminuyendo la carga eléctrica sobre el animal y no cumpliendo con el objetivo mencionado anteriormente (Bartlett 2006).

Adicionalmente, como valor agregado, se determinó sembrar *Gliricidia sepium* conocido comúnmente en Honduras como ‘Madreado’ como cerca viva, ya que la utilización de leguminosas arbóreas de fácil establecimiento, bajos requerimientos de insumo y un alto potencial nutritivo convierten esto en una alternativa para el mejoramiento de la producción de carne bovina en áreas tropicales, además de obtener beneficios como sombra, leña y cercas (González *et al.* 2003). Las cercas vivas aportan a la conservación de la biodiversidad, proveen hábitat a diferentes animales y alimento como semillas, frutas y follaje para el ganado. Asimismo, generan un efecto microclima que ayuda con la humedad y mantenimiento de suelo, protegiendo el deterioro por escorrentía, fijación de nitrógeno en

el caso de leguminosas y el aumento de actividad microbiológica del suelo a través del aporte de la hojarasca (Murgueitio 2010). Su utilización es de gran beneficio para la alimentación del bovino a temprana edad, debido a sus requerimientos proteicos como también es un factor determinante en el desarrollo adecuado de las vaquillas y toretes en crecimiento. Adicionalmente, la alta producción de materia fresca, puede alcanzar 150 toneladas métricas por ha/año, siendo una ventaja en el desarrollo adecuado del hato (González *et al.* 2003).

Presupuesto de costos. En base a un estudio comparativo realizado en Brasil en el 2000, Luis Carlos Pinheiro concluye que los costos de producción, ya sea para ganado lechero, cría o carne, son tan solo el 30%, menos de la tercera parte, de los costos bajo un sistema convencional a base de concentrado (Rúa 2010). Como base para este proyecto, se busca una alimentación basada en pastura y la perduración de esta siempre y cuando se le dé el manejo adecuado al pasto. La alimentación en la ganadería tropical de carne es uno de los factores más importante e influyente en la rentabilidad de la producción ganadera, constituyendo de un 50 a 70% de los costos (Rosario 2015). Sin embargo, gracias a la incertidumbre de las condiciones climáticas drásticas y cambiantes hoy en día, es importante mantener gastos de alimentación suplementada en presupuestos anuales, con el fin de suplir los requerimientos nutricionales del animal en todas las condiciones posibles.

Por otro lado, cabe mencionar los beneficios económicos por la implementación de *Gliricidia sepium* como cerca viva, ya que el establecimiento de ésta significa un ahorro de hasta el 16% en mantenimiento en comparación a cercas muertas. De manera análoga, estudios comprueban que es posible alcanzar un aumento del 15% en los ingresos gracias al establecimiento de especies maderables en fincas ganaderas (Villanueva *et al.* 2008).

Ya con los diseños de pastoreo establecidos, se realizaron presupuestos para cada lote con el fin de obtener los costos de inversión para el establecimiento de cada uno. Los presupuestos fueron divididos en costos de inversión para establecimiento de bebederos, cerca y alambrado. Para la instalación de la tubería, se determinó el diámetro de 1" como tubería de conducción y ¾" como tubería secundaria o ramal.

Circuito de pastoreo El Guanacaste. Se puede observar en la Figura 1, este lote cuenta con un área total de 31.5 ha divididos en 23 potreros de 1.37 ha cada uno. Para este circuito se contaba ya con 132 UA, razón por la cual se establecieron 22 días de descanso y uno de ocupación. Este terreno se encuentra establecido con pasto *Panicum máximum* variedades Mombaza y Tobiata; y *Cynodon nlemfuensis* variedad Estrella. El pasto Mombaza es una variedad de porte alto, el cual se desarrolla principalmente en macollas aisladas que puede llegar a crecer hasta dos a tres metros de altura. Su inflorescencia es de espiga abierta con ramificaciones laterales; requiere, al igual que el resto de esta especie, un suelo de media a alta fertilidad para presentar un alto vigor de crecimiento en el trópico (Rodríguez 2009). Por otro lado, el pasto Tobiata presenta alturas de hasta 1.6 m y muchas manchas rojizas en la espiga. Sin embargo, similar a la variedad Mombaza, presentan un porte de hojas erectas

(Carrillo 2017). El Guanacaste anteriormente se encontraba dividido en dos lotes, conocidos como El Rodeo y La L.

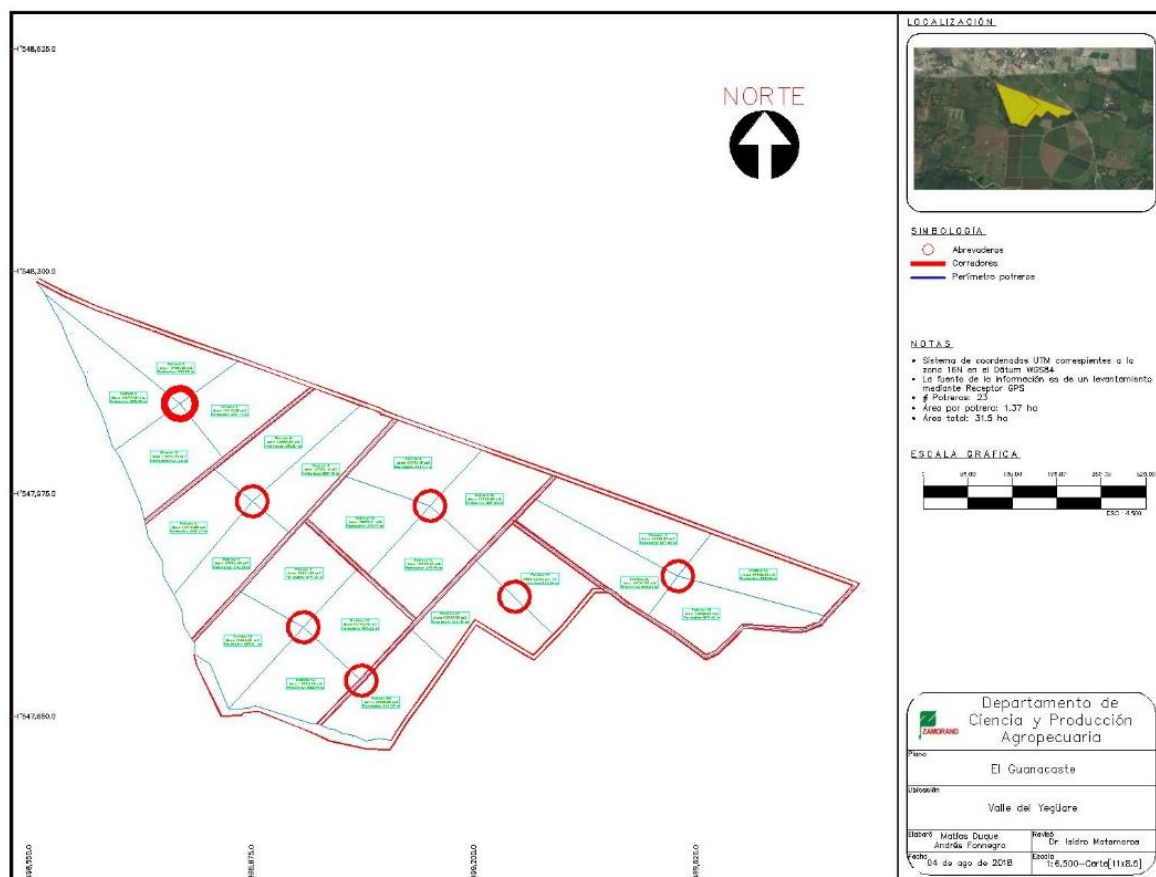


Figura 1. Circuito de pastoreo El Guanacaste en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Los cultivares Mombaza y Tanzania han demostrado ser muy similares en cuanto a su comportamiento aun así tengan diferentes características morfológicas, razón por la cual se encuentran establecidos en la mayor parte del terreno. Sin embargo, se ha demostrado que la variedad Mombaza tiende a ser más eficiente en la utilización del fósforo en el suelo (Carrillo 2017). De esta manera, bajo condiciones de alta fertilidad y rangos de temperatura adecuados de 15 a 45 °C para que haya una buena eficiencia fotosintética, el pasto Mombaza puede llegar a crecer hasta 2 m de altura (Ramírez *et al.* 2009; Carrillo 2017). En cuanto al pasto Estrella *Cynodon nlemfuensis*, según Villalobos y Arce (2014), el tiempo de recuperación óptimo se encuentra entre las cuatro a cinco semanas con el fin de obtener una producción de MS alta, defiriendo de las especies *Panicum máximum*. Ligado a esto en el circuito El Guanacaste una porción aproximada de 4 ha se encuentra establecida bajo esta pastura, creando un problema en el manejo adecuado en los tiempos de reposos óptimos

para el lote en general. Consecuentemente, se recomienda realizar un cambio de pastura en un corto plazo con el objetivo de homogeneizar la composición botánica.

Por otro lado, en la descripción de los costos para la reestructuración del circuito El Guanacaste se puede observar en los Cuadros 1 y 2 una mayor inversión para los bebederos, presentando USD 2,114, constituyendo un 54% de los costos para la instalación de los bebederos. Buscando seguir un principio de PRV de instalar un bebedero circular cada cuatro potreros, con excepción de dos bebederos ya que este anteriormente, este lote estaba establecido como dos circuitos de pastoreo.

Cuadro 1. Inversión en bebederos para el rediseño en el circuito de pastoreo El Guanacaste con tubería de ¾” de diámetro

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Tubería	1.72	220	378.83
Te PVC lisa	0.18	20	3.57
Codos PVC	0.23	20	4.57
Unión PVC lisa	0.12	20	2.47
Válvulas de balón	0.95	10	9.46
Adaptadores macho	0.09	20	1.76
Adaptadores hembra	0.15	20	3.10
Camisa PVC lisa	0.12	20	2.47
Sub total			406.23
Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Pegamento (galón)	33.35	1	33.35
Bebederos	302.00	7	2,114
Válvulas flote	13.65	10	136.48
Saleros	2.04	21	42.8
Mano de obra tubería	4.93	220	1,083.56
Cinta teflón	4.61	10	46.08
Sub total			3,456.27
Total bebederos			3,863.00

Cuadro 2. Inversión para el establecimiento de cercas para el rediseño en el circuito de pastoreo El Guanacaste

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	94	1,388.90
Postes maestros	9.85	187	1,842.02
Postes normales	0.82	1,590	2,396.37
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	1,590	648.19
Alambre liso	59.10	24	1,418.46
Alambre triple aislado	49.25	12	591.02
Impulsador	289.00	1	289.00
Set aisladores	0.35	1,871	648.33
Polos a tierra y circuitos de corte	370.98	1	370.98
Mano de obra (Establecimiento)	3,391.99	1	3,391.99
Total cercas			11,885.00

También el cuadro dos se puede observar una inversión notoria para los postes y la compra del set de aisladores y accesorios de la cerca eléctrica el cual cuenta con los dispositivos necesarios para obtener corriente en todo el perímetro del lote a una misma carga.

Circuito de pastoreo Monterredondo. Consta de un área total de 46.5 ha dividido en tres lotes, Monterredondo 1, 2 y 3. Monterredondo 1, con un área de 19.6 ha, la cual por fines de enseñanza se diseñó con los principios del pastoreo rotacional intensivo. Este lote tendrá un sistema de pastoreo en gavetas. Asimismo, se destinará también a la producción de heno para épocas secas. Monterredondo 2 cuenta con 18.9 ha divididas en 24 potreros de 0.77 ha; 23 días de reposo y un día de ocupación. Finalmente, contará con un centro de manejo en el medio del lote de 3,000 m² para el manejo estacional de los animales. Monterredondo 3, cuenta con un área total de 8.06 ha dividido en 21 potreros de 0.34 ha tendrá como objetivo el manejo de terneros con madres nodrizas. Similar a Monterredondo 2, tendrá dos centros de manejo de 2,000 m² para el manejo adecuado de las nodrizas y terneros. Se puede observar el diseño del lote en la Figura 2.

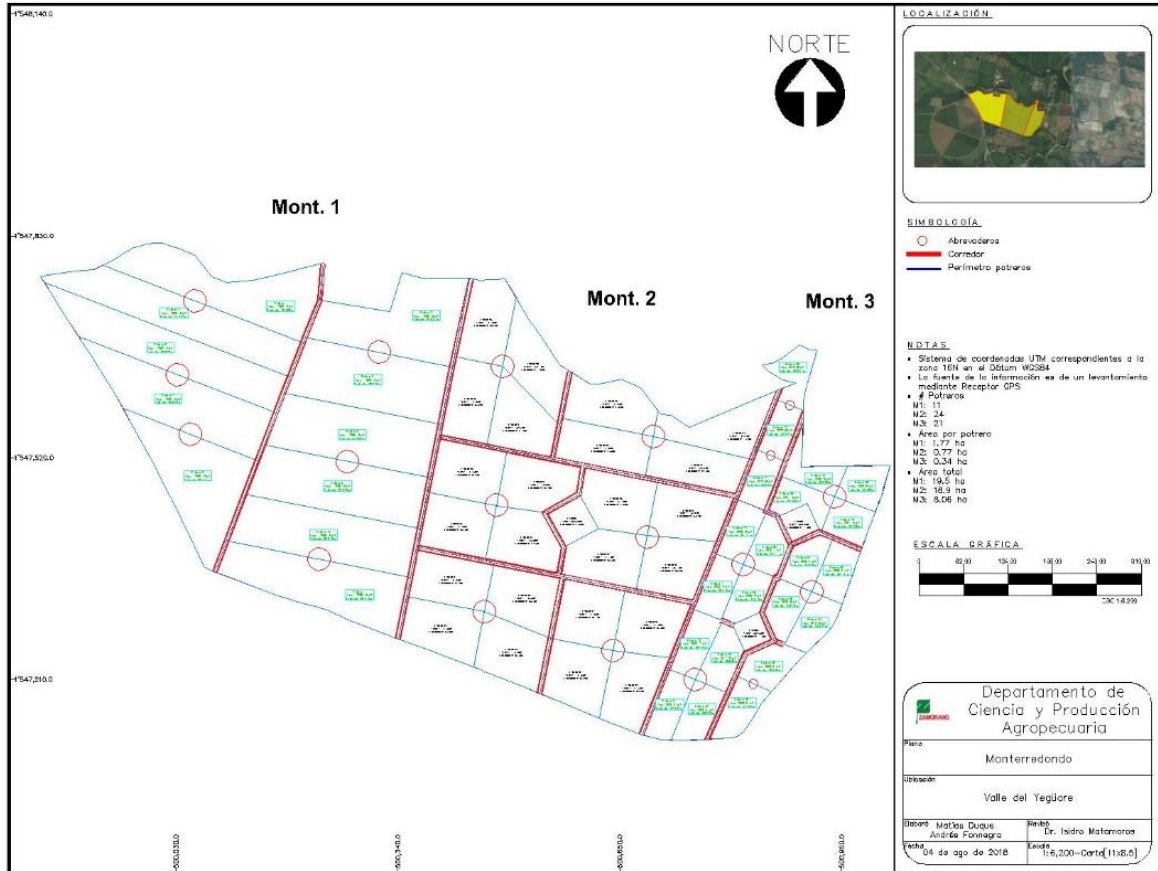


Figura 2. Circuito de pastoreo Monterredondo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

A estos tres circuitos se les estableció *Panicum máximo* variedad Tanzania gracias a su buena adaptabilidad bajo las condiciones en Zamorano. Esto gracias a que los rendimientos observados por esta variedad en términos de MS han demostrado ser entre los más altos en gramíneas tropicales, reflejando rendimientos de hasta 200 kg de MS/ha/día (Aramayo 2002); siempre y cuando puedan desarrollarse bajo condiciones adecuadas. El pasto Tanzania presenta la menor altura entre la especie *Panicum máximo*, reflejando alturas de aproximadamente 1.2 a 1.5 m frente a alturas de 1.6 a 2 m observados en variedades como *Panicum máximo* variedades Tobiatá y Mombaza respectivamente (Carrillo 2017). Aun así, vale recalcar una gran similitud de características morfológicas con la variedad Mombaza, mencionadas más atrás.

Este lote consta de tres circuitos separados, pero se maneja una inversión general, razón por la cual Monterredondo 1 es incluido, aun así, no esté bajo el sistema PRV. El mayor costo de inversión para este terreno se ve reflejado en los bebederos por estar conformado por tres circuitos diferentes, aumentando la cantidad de bebederos. El costo para este componente de USD 5,738 que puede ser observado en el Cuadro 3 y 4.

Cuadro 3. Inversión en tubería para sistema de bebederos para el rediseño en el circuito de pastoreo Monterredondo

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	¾"	
Tubería	572.40	295.06	867.46
Codo liso PVC 90°	1.36	1.08	2.44
Codo liso PVC 45°	2.06	1.31	3.38
Unión lisa PVC	38.88	21.13	60.01
Te lisa PVC	3.00	1.03	4.03
Adaptadores macho	2.53	1.62	4.15
Adaptadores hembra	5.34	2.85	8.19
Válvulas de balón	18.06	10.88	28.94
Mano de obra tubería	970.00	745.00	1,715.00
Sub total			2,693.60

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Cinta teflón	5.30	10	53.00
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	302.00	19	5,738.00
Saleros	2.04	31	63.19
Válvulas flote	15.70	13	204.04
Sub total			6,190.74
Total bebederos			8,884.00

Cuadro 4. Inversión en alambrado para el rediseño del circuito de pastoreo Monterredondo 1, 2 y 3

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	159	2,349.32
Postes maestros	9.85	318	3,132.42
Postes normales	0.82	2,696	2,198.12
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	2,696	1,099.06
Alambre de púas	27.86	31	863.66
Alambre liso	63.30	25	1,582.50
Alambre triple aislado	49.25	4	197.01
Impulsador	289.00	1	289.00
Set de aisladores	0.35	3,173	1,099.49
Polo a tierra y circuitos de corte	370.98	1	370.98
Mano de obra (Establecimiento)	4,929.30	1	4,929.30
Total cercas			18,111.00

Circuito de Pastoreo La Pista. Se puede observar en la Figura 3 que este lote cuenta con 25.1 ha para 24 potreros de 1.05 ha cada uno; bajo 23 días de descanso y un día de ocupación. Es parte del manejo del lote de cría, siendo el grupo más extenso en la unidad de ganado de carne. Actualmente, debe regenerar su pastura debido a que es un terreno altamente pedregoso, presentando ofertas bajas de pastura; se cuenta con una composición botánica del 30% de *Cynodon nlemfuensis* variedad Estrella.

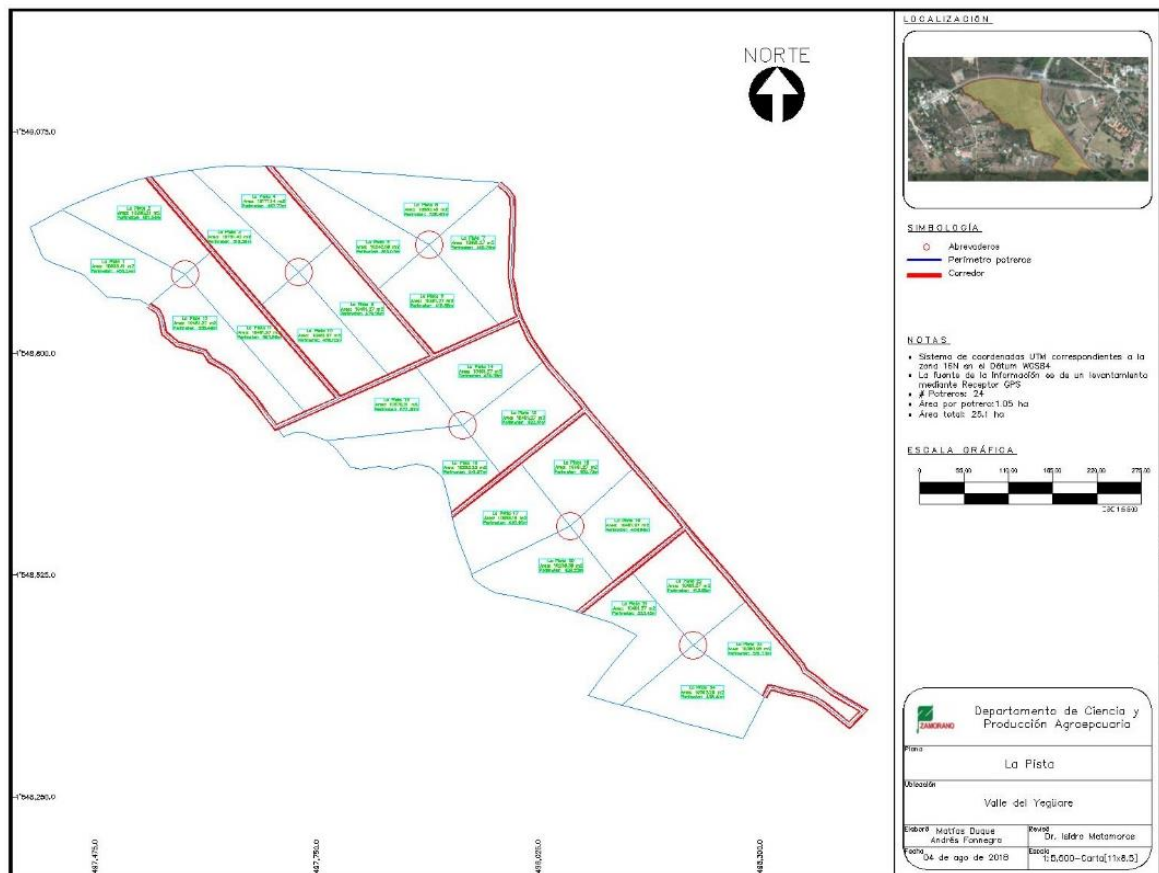


Figura 3. Circuito de pastoreo La Pista en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Aunque el pasto Estrella ha demostrado buena producción y adaptabilidad en la UAP Ganado de Carne, se pretende establecer *Brachiaria brizantha*. El género *Cynodon* ha demostrado tener una capacidad de extraer cantidades sustanciales de nutrientes de los suelos, otorgando una razón más para el cambio de pastura en este circuito (Villalobos y Arce 2014). Por otro lado, la *Brachiaria brizantha* es un pasto de corte y pastoreo, el cual se puede asociar con maní forrajero para la alimentación de rumiantes; su altura llega hasta 1.5 m y requiere de suelos de fertilidad media a alta (MAG 1998). Para su establecimiento, se requiere una previa remoción de rocas del terreno, y la utilización de un abono

nitrogenado, siendo estos factores esenciales para un correcto establecimiento de la pastura; teniendo como fuente de fertilización las heces y orina de los animales.

La mayor proporción del costo para este lote se ve reflejada en los Cuadros 5 y 6 en establecimiento de la cerca perimetral y de los potreros, siendo este del 74.5% de la inversión inicial. Siendo atribuido al alto costo de mano de obra y postes.

Cuadro 5. Inversión en tubería para sistema de bebederos en 25.1 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo La Pista

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	3/4"	
Tubería 3/4"	354.06	120.80	474.86
Codo liso PVC 90°	1.36	0.77	2.13
Codo liso PVC 45°	2.06	1.31	3.38
Unión lisa PVC	23.91	8.58	32.50
Te lisa PVC	1.50	4.11	5.61
Ye lisa PVC	3.36	-	3.36
Adaptadores macho	2.03	1.22	3.24
Adaptadores hembra	4.28	2.14	6.41
Válvulas de balón	12.04	4.35	16.39
Mano de obra tubería	600.00	305.00	905.00
Sub total			1,452.90

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Cinta teflón	5.30	10	53.00
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	302.00	6	1,812.00
Saleros	2.04	12	24.46
Válvulas flote	15.70	6	94.17
Sub total			2,201.98
Total bebederos			3,475.00

Cuadro 6. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo La Pista

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	85	1,255.92
Postes maestros	9.85	170	1,674.57
Postes normales	0.82	1,443	1,176.52
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	1,443	588.26
Alambre de púas	27.86	27	752.22
Alambre liso	63.30	12	759.60
Alambre triple aislado	49.25	2	98.50
Impulsador	244.49	1	244.49
Set de aisladores	0.35	1,698	588.38
Polos a tierra y circuitos de corte	351.50	1	351.50
Mano de obra (Establecimiento)	2,664.59	1	2,664.59
Total cercas			10,155.00

Circuito de Pastoreo Los Mingos. En la Figura 4 se presenta el diseño del circuito de pastoreo Los Mingos. Se va a destinar para el manejo de terneras recién destetadas de 8 a 12 meses de edad. Está conformado por 24 potreros de 0.21 ha/potrero para un total de 5.04 ha. Este lote cuenta con un comedero para la suplementación del animal y un área de manejo para los diferentes factores de sanidad y reproducción. Este terreno tiene como pasto dominante *Panicum máximum* Tobiata como pastura, en el cual se manejará una rotación de 23 días de descanso y un día de ocupación. Es importante mencionar un ordenamiento de gavetas en la parte extrema del terreno y en gavetas en la parte central donde se encuentra el comedero, se encuentra dividido en doce potreros.

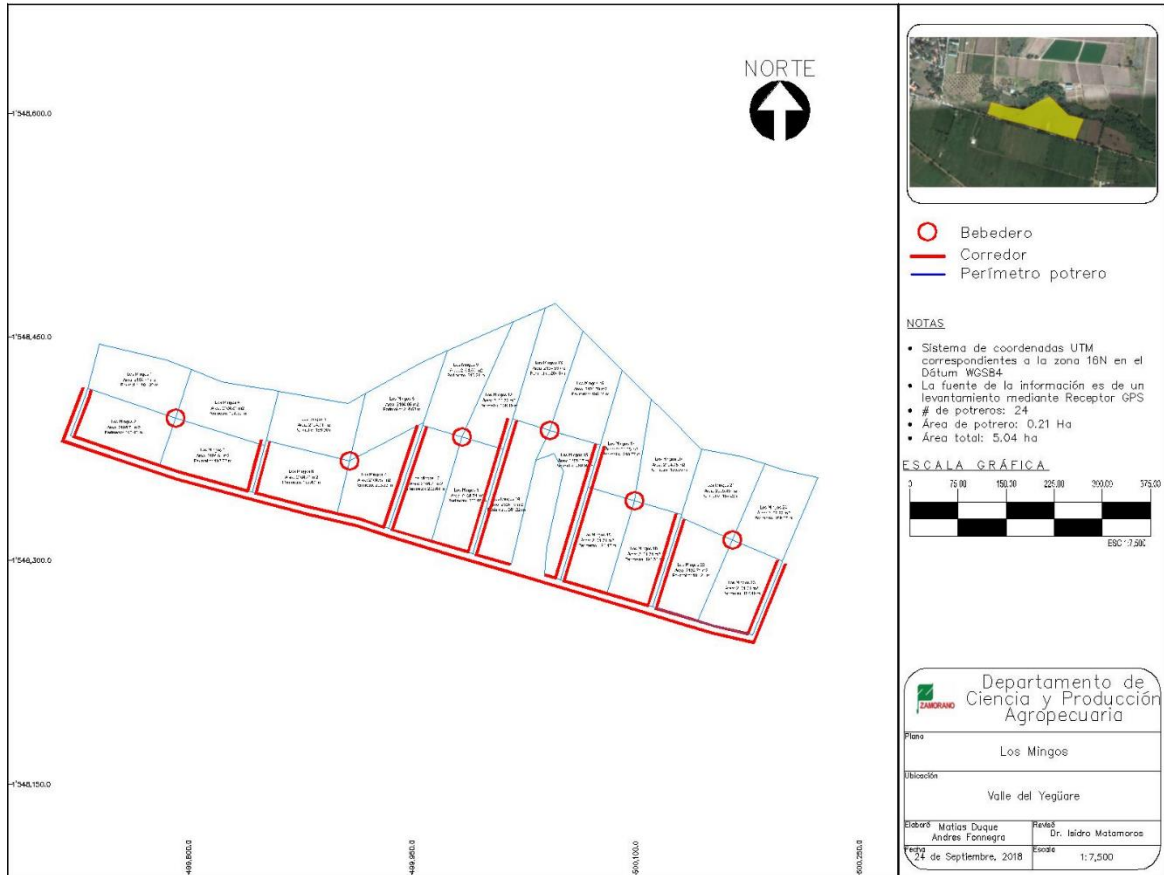


Figura 4. Circuito de pastoreo Los Mingos en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Los Mingos pasa de ser manejado bajo un pastoreo rotacional intensivo en gavetas a un PRV con el fin de aumentar la capacidad de carga y aumentar el valor nutricional de los pastos. Una alta división de pastura y carga animal mejora la intensidad de pastoreo, consecuentemente el aporte de excreta como abono y un mayor control de malezas gracias a la dominancia de la composición botánica del pasto en el potrero (Guevara *et al.* 2003).

Como singularidad, este lote cuenta con un área de manejo y comedero para la suplementación del hato. Se puede observar en los Cuadros 7 y 8 que el costo más alto es la instalación de la cerca, conformada por el establecimiento de la cerca eléctrica y sus componentes, cerca viva y muerta, que posteriormente se verá beneficiado por una disminución en los costos de manejo anuales.

Cuadro 7. Inversión en tubería para 5.04 ha en el circuito de pastoreo Los Mingos

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	¾"	
Tubería	115.07	63.37	178.44
Codo liso PVC 90°	1.36	0.77	2.13
Codo liso PVC 45°	2.06	1.31	3.38
Unión lisa PVC	7.82	4.54	12.35
Te lisa PVC	1.50	1.03	2.53
Ye lisa PVC	8.40	7.05	15.45
Adaptadores macho	1.01	0.61	1.62
Adaptadores hembra	2.14	1.07	3.21
Válvulas de balón	8.03	2.18	10.20
Mano de obra tubería	195.00	160.00	355.00
Sub total			584.30

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Válvulas flote	15.70	6	94.17
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	409.00	6	2,454.00
Saleros	2.04	12	24.46
Cinta teflón	5.30	3	15.90
Sub total			2,626.88
Total bebedero			3,211.00

Cuadro 8. Inversión en alambrado para el circuito de pastoreo Los Mingos

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	33	487.59
Postes maestros	9.85	66	650.13
Postes normales	0.82	555	452.51
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	555	226.25
Alambre de púas	27.86	13	362.18
Alambre liso	63.30	7	443.10
Alambre triple aislado	49.25	3	147.76
Impulsador	133.55	1	133.55
Set de aisladores	0.35	654	226.62
Polos a tierra y circuitos de corte	243.27	1	243.27
Mano de obra (Establecimiento)	554.25	1	554.25
Total cercas			3,737.00

Circuito de Pastoreo Florencias del Pinar. Conformado por Florencia 1, 2 y Los Pinos. Con un área total de 48.8 ha, conformado por 43 potreros de 1.1 ha/potrero. Este circuito de rotación tendrá 21 días de descanso y medio día de ocupación. Según la cuarta de ley de Voisin mencionada anteriormente, Guevara *et al.* (2003) señala que el rumiante presentará su mayor rendimiento siempre y cuando no permanezca más de un día en un potrero; añade también que se ha demostrado en casos una disminución significativa o reducción progresiva del rendimiento del animal mientras más tiempo permanece en un potrero. Florencias del Pinar estará destinado para el manejo de levante de vaquillas de 12 a 24 y 24 a 36 meses de edad. Vale mencionar la elaboración de una plantación forestal con la especie *Swietenia macrophylla* Caoba en parte del área de Florencia 1 y *Pinus pinea* Pino de la costa en parte del lote Los Pinos, los cuales no serán removidos ya que beneficia el entorno agroecológico de los terrenos y a los animales. La pastura establecida para este circuito es *Panicum máximum*. Este circuito actualmente tiene poco manejo gracias a su área extensa y en donde se encuentra separado bajo los tres lotes mencionados anteriormente; no existen divisiones de potreros dentro de cada uno de estos.

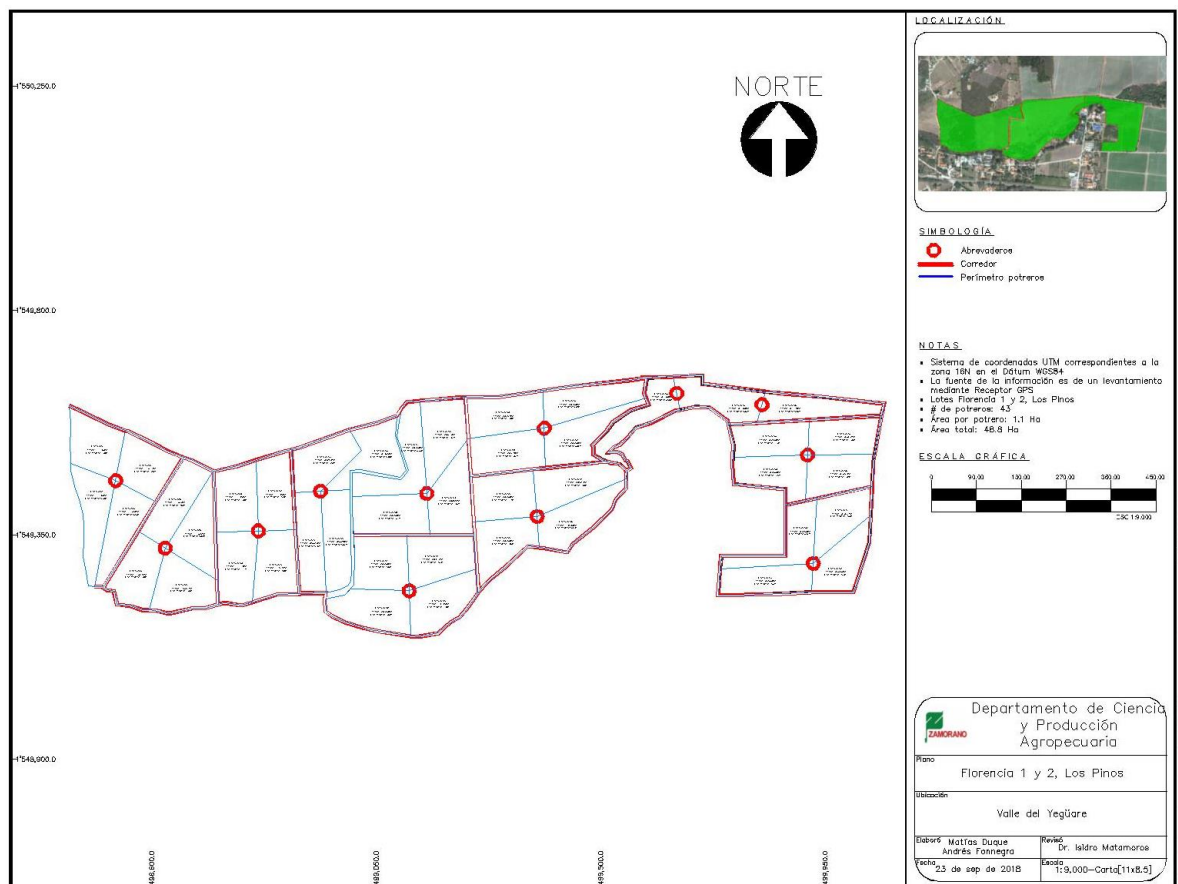


Figura 5. Circuito de pastoreo Florencias del Pinar en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

En el Cuadro 9 y 10 se observa el presupuesto para el circuito de pastoreo Florencias del Pinar. La mayor inversión para este lote, similar al resto, se observa en la cantidad de postes de madera y bebederos. Los postes y el alambrado se le atribuye a el área del lote y la cantidad de potreros, el cual aumenta la cantidad de postes entre potreros. De la misma manera se refleja en la cantidad de bebederos para el total del circuito. El costo de los bebederos constituye más del 50% del costo para el sistema de bebederos; el costo de establecimiento de las cercas el 71.8% del costo total del presupuesto.

Cuadro 9. Inversión en tubería para sistema de bebederos en 48.8 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo Florencias del Pinar

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	¾"	
Tubería	519.29	437.65	956.94
Codo liso PVC 90°	1.63	0.92	2.55
Codo liso PVC 45°	2.48	1.58	4.05
Unión lisa PVC	35.27	31.34	66.61
Te lisa PVC	2.70	1.85	4.55
Ye lisa PVC	3.36	-	3.36
Adaptadores macho	2.19	1.32	3.51
Adaptadores hembra	4.63	2.32	6.95
Válvulas de balón	24.08	13.05	37.13
Mano de obra tubería	880.00	1,105.00	1,985.00
Sub total			3,070.65

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Válvulas flote	15.70	12	188.34
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	409.00	12	4,908.00
Saleros	2.04	36	73.38
Cinta teflón	5.30	10	53.00
Sub total			5,261.07
Total bebedero			8,332.00

Cuadro 10. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo de Florencias del Pinar

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	195	2,881.24
Postes maestros	9.85	390	3,841.65
Postes normales	0.82	3,313	2,701.18
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	3,313	1,350.59
Alambre de púas	27.86	45	1,253.70
Alambre liso	63.30	29	1,835.70
Alambre triple aislado	49.25	3	147.76
Impulsador	289.00	1	289.00
Set de aisladores	0.35	3,898	1,350.71
Polos a tierra y circuitos de corte	370.98	1	370.98
Mano de obra (Establecimiento)	5,172.58	1	5,172.58
Total cercas			21,195.00

Circuito de pastoreo El Llano de Ocotal. Cuenta con un área total de 70.5 ha y 43 potreros de 1.6 ha cada uno. El tiempo de ocupación será de medio día, para un reposo de 21 días. El Llano de Ocotal se estableció con *Brachiara decumbens* sembrado al voleo. Esta pastura es una especie cuyo crecimiento es de 1 a 1.6 m de altura; requiere de suelos baja, media y alta fertilidad, y produce hasta 18 t/ha por año (MAG 1998). Este terreno fue asignado a la UAP Ganado de Carne a finales del 2017 y estará destinado únicamente para el engorde de novillos adquiridos previamente más no criados desde su nacimiento en la UAP Ganado de Carne. En la Figura 6 se puede observar el diseño del terreno bajo PRV.

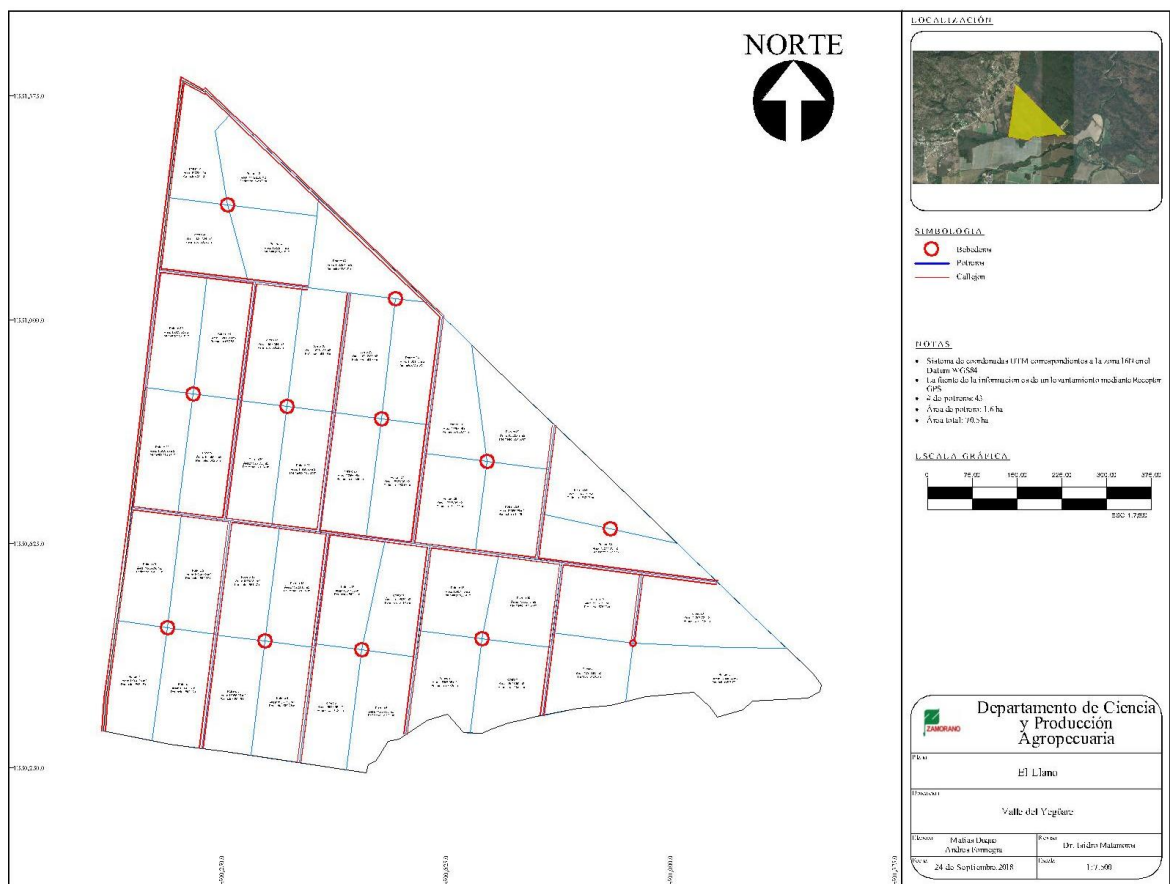


Figura 6. Circuito de pastoreo El Llano de Ocotal en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

El establecimiento de *Brachiaria decumbens* se debe gracias a su buena adaptación en el trópico. Luna *et al.* (2015), recomienda el género *Brachiaria* debido a su alta adaptabilidad y persistencia en suelos limitantes en cuanto a fertilidad y acidez, reconociendo su crecimiento y perdurabilidad, alta producción y calidad de biomasa, y aceptación por los animales. Vale reiterar el establecimiento de más de 3,000 árboles *Gliricidia sepium* para el beneficio regenerativo ecológico del entorno y del hato especialmente durante épocas de baja oferta de pasto.

En el Cuadro 11 se presenta el presupuesto de implementación para el circuito de pastoreo El Llano de Ocotal. Presenta, en comparación al resto de los circuitos, la inversión más alta principalmente por tres factores: la instalación de una bomba de gasolina para el llenado de dos tanques de 40 m³ cada uno, con el fin de mantener los bebederos con agua. La fuente de agua se encuentra en un pozo en la parte oriental del terreno. El segundo factor es el área ya que es lote más extenso, y por último, la cantidad de potreros aumenta notablemente el número de postes y alambrado.

Cuadro 11. Inversión en tubería para sistema de bebederos para 70.2 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo El Llano de Ocotál

Componentes	Costo por diámetro (USD)			Total (USD)
	1"	¾"	2"	
Tubería	752.38	443.59	913.36	2,109.33
Codo liso PVC 90°	4.08	1.54	6.19	11.81
Codo liso PVC 45°	6.19	2.63	-	8.82
Unión lisa PVC	51.11	31.77	83.88	166.76
Te lisa PVC	6.00	4.11	-	10.11
Adaptadores macho	3.38	2.03	-	5.41
Adaptadores hembra	7.13	3.56	-	10.69
Válvulas de balón	14.05	7.61	-	21.66
Mano de obra tubería	1,275	1,120	1,165.00	3,560.00
Sub total				5,905.00

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Válvulas flote	15.70	13	204.04
Cinta teflón	5.30	10	53.00
Tanque industrial de agua de 40 m ³	6,944.67	2	13,889.00
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	302.00	13	3,926.00
Salero	2.04	36	73.38
Bomba de gasolina	25,000.00	1	25,000.00
Sub total			43,183.55
Total bebederos			47,923.00

En el Cuadro 12 se puede observar un costo medianamente alto para el establecimiento de los postes y la mano de obra para su instalación, siendo este de USD 9,710 y USD 7,473 respectivamente. Esto refuerza el factor mencionado anteriormente acerca del alto costo por la cantidad de 43 potreros en este circuito.

Cuadro 12. Inversión en cercas para el rediseño en el circuito de pastoreo El Llano de Ocotál

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	201	2,969.89
Postes maestros	9.85	402	3,959.86
Postes normales	0.82	3,410	2,780.27
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	3,410	1,390.13
Alambre de púas	27.86	35	975.10
Alambre liso	63.30	33	2,088.90
Alambre triple aislado	49.25	3	147.76
Impulsador	289.00	1	289.00
Set de aisladores	0.35	4,013	1,390.56
Polos a tierra y circuitos de corte	370.98	1	370.98
Mano de obra (Establecimiento)	7,473.04	1	7,473.04
Total alambrado			23,835.00

La mayor inversión se ve reflejada en el gasto de mano de obra para el establecimiento del terreno, siendo esta de \$7,373.04 USD. Esto gracias al área del lote de 70.2 ha y el alambrado entre potreros.

Circuito de Pastoreo Búfalos. El circuito de búfalos está conformado por tres lotes separados, Búfalos 1, 2 y 3 reflejados en la Figura 7. Con un área total de 5.94 ha conformadas respectivamente por 1.35 ha, 1.62 ha y 2.97 ha. El área de cada potrero es de 0.27 ha/potrero y el número de potreros se conforma de la siguiente manera, Búfalos 1 con cinco potreros, Búfalos 2 con seis y Búfalos 3 con 11 potreros para un total de 22; 21 días de descanso y un día de ocupación. Actualmente, Búfalos 1 se encuentra como un solo potrero, Búfalos 2 dividido en tres potreros y un comedero en el que se alimenta el lote una vez al día, y Búfalos tres bajo un solo potrero. Este lote está destinado para el manejo de terneros recién destetados de 8 a 15 meses de edad.

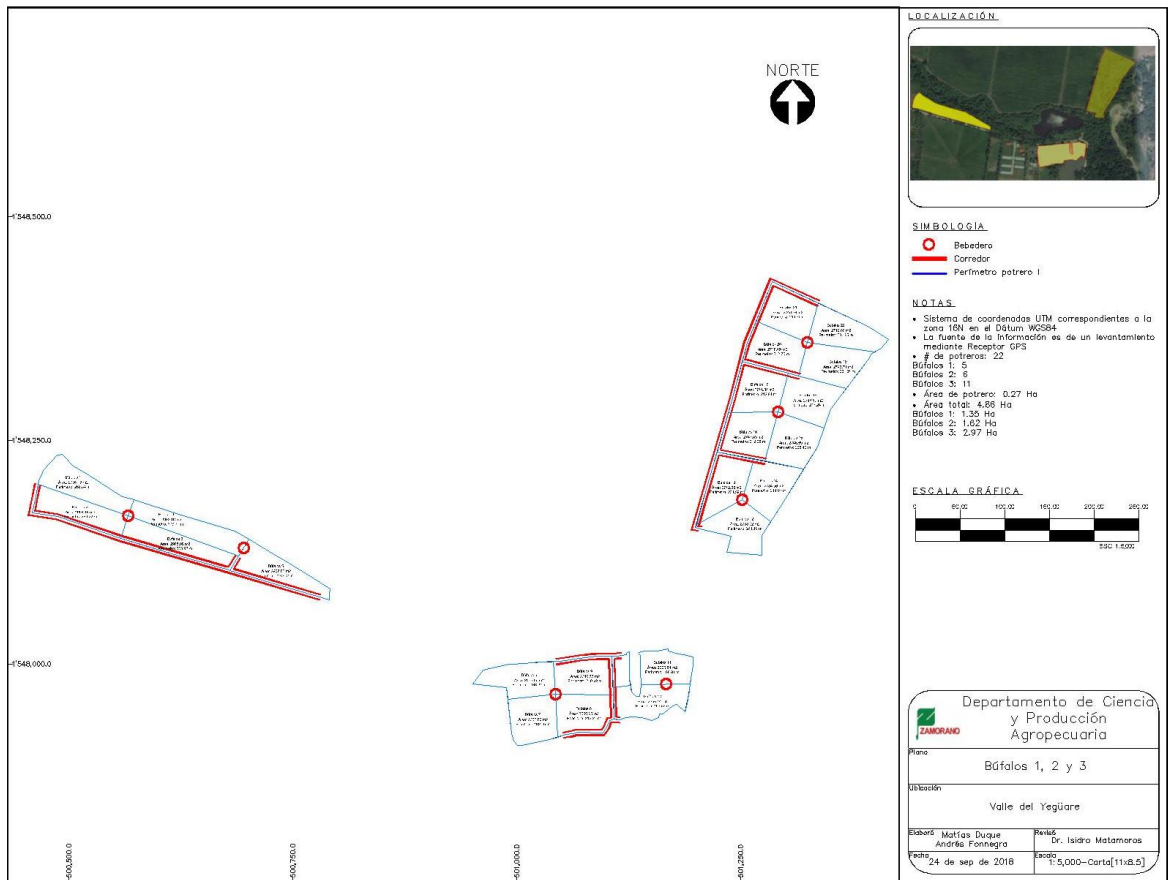


Figura 7. Circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3 en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Este circuito se conforma de tres diferentes terrenos, razón por la cual se cuenta con dos diferentes pasturas, siendo estas *Cynodon nlemfuensis* y *Panicum máximum* Tobiatá. Sin embargo, debido a una mayor composición botánica de Estrella, se pretende homogeneizar el circuito bajo esta pastura con el fin de realizar un manejo adecuado de pastoreo.

Posteriormente se puede observar la inversión para la implementación del circuito en el cuadro 13 y 14. Similar a los presupuestos anteriores, los bebederos y la mano de obra presentan los costos más elevados para la instalación del lote.

Cuadro 13. Inversión en tubería en 4.86 ha para el rediseño en el circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3.

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	¾"	
Tubería	194.73	63.37	258.10
Codo liso PVC 90°	1.36	0.77	2.13
Codo liso PVC 45°	2.06	-	2.06
Unión lisa PVC	13.23	4.54	17.77
Te lisa PVC	3.00	1.03	4.03
Ye lisa PVC	8.40	7.05	15.45
Adaptadores macho	1.69	0.41	2.09
Adaptadores hembra	3.56	0.71	4.28
Válvulas de balón	10.03	2.18	12.21
Mano de obra tubería	330.00	160.00	490.00
Sub total			808.11

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Válvulas flote	15.70	7	109.87
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	409.00	7	2,863.00
Saleros	2.04	14	28.54
Cinta teflón	5.30	1	5.30
Sub total			3,045.05
Total bebederos			3,853.00

Cuadro 14. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo Búfalos 1, 2 y 3

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	43	635.35
Postes maestros	9.85	85	837.28
Postes normales	0.82	719	586.22
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	719	293.11
Alambre de púas	27.86	21	585.06
Alambre liso calibre	63.30	4	253.20
Alambre triple aislado	49.25	3	147.76
Impulsador	155.45	1	155.45
Set de aisladores	0.35	847	293.50
Polos a tierra y circuitos de corte	271.38	1	271.38
Mano de obra (Establecimiento)	645.12	1	645.12
Total cercas			4,703.00

Circuito de Pastoreo Sementales. Este lote está destinado para el manejo de novillos de 15 a 24 meses de edad. Está conformado por 24 potreros de 0.19 ha/potrero para un total de 4.56 ha; 23 días de reposo y un día de ocupación. Adicionalmente, cuenta con un comedero para la suplementación del hato. Se tiene establecido *Cyodon nlemfuensis* Estrella como pastura, el cual ha demostrado resultados positivos durante años en la UAP Ganado de Carne. Actualmente, se encuentra bajo siete potreros y un sistema de pastoreo semi-intensivo con suplementación estratégica. Sementales es el lote más pequeño en producción, presentando igualmente los potreros de menor área. Sin embargo, se deben mantener los principios del pastoreo racional aun así el costo por ha pueda llegar a ser alta.

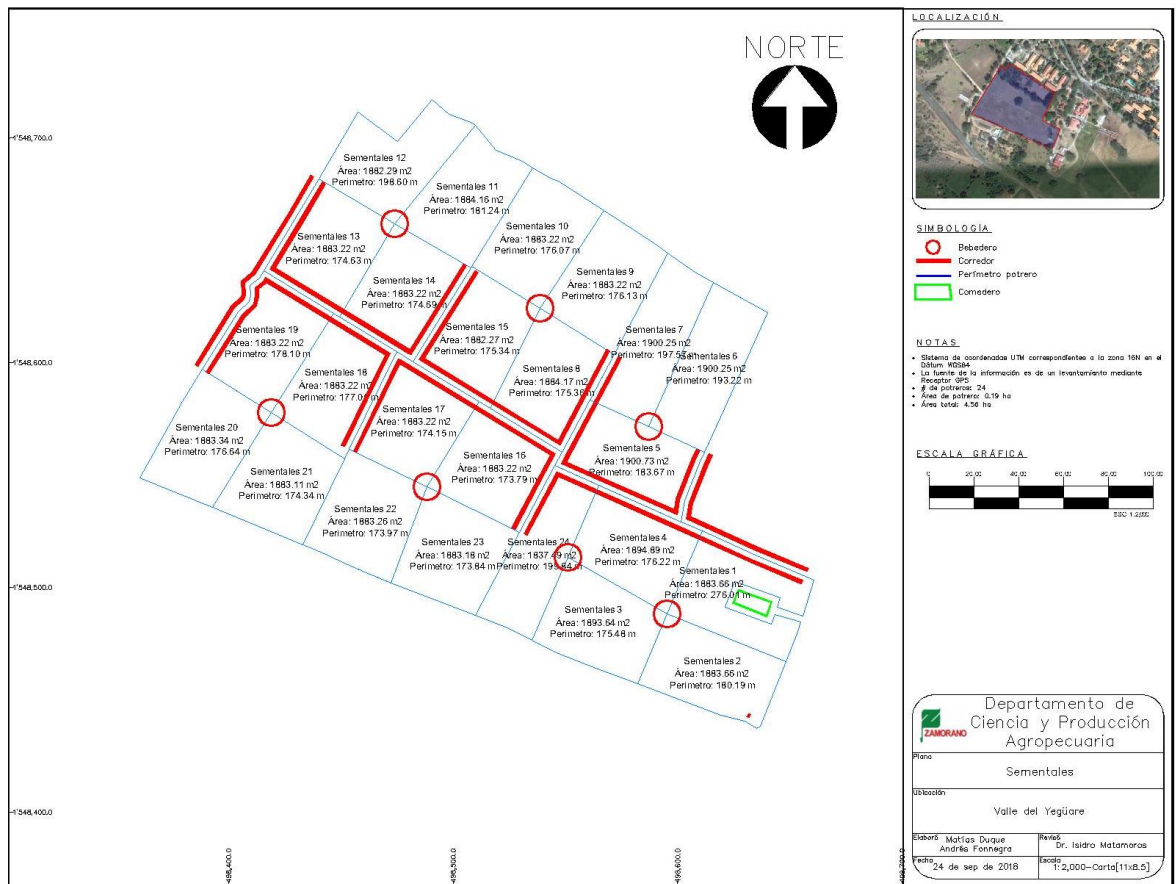


Figura 8. Circuito de pastoreo Sementales en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

En los Cuadros 15 y 16 se puede observar una influencia alta del costo de los bebederos debido a que es un área de menor tamaño, sin embargo, está compuesto de un alto número de potreros dentro del lote que sin importar el tamaño del potrero debe ser sometido a las leyes, teniendo en si una cantidad similar de potreros a otros que superan cuatro veces su tamaño. Su costo presenta el 52.4% del total de inversión para el establecimiento.

Cuadro 15. Inversión en tubería para el rediseño en el circuito de pastoreo de Sementales

Componentes	Costo por diámetro (USD)		Total (USD)
	1"	¾"	
Tubería	123.92	87.13	211.05
Codo liso PVC 90°	1.36	0.77	2.13
Unión lisa PVC	8.42	6.24	14.66
Te lisa PVC	1.50	1.03	2.53
Ye lisa PVC	8.40	-	8.40
Adaptadores macho	1.35	0.61	1.96
Adaptadores hembra	2.85	1.07	3.92
Válvulas de balón	8.03	3.26	11.29
Mano de obra tubería	210.00	220.00	430.00
Sub total			685.93

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Válvulas flote	15.70	7	109.87
Pegamento (galón)	38.35	1	38.35
Bebederos	409.00	7	2,863.00
Saleros	2.04	14	28.54
Cinta teflón	5.30	1	5.30
Sub total			3,045.05
Total bebederos			3,731.00

Cuadro 16. Inversión en alambrado para el rediseño en el circuito de pastoreo Sementales

Componentes	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
Postes para templar	14.78	11	162.53
Postes maestros	9.85	21	206.86
Postes normales	0.82	171	139.42
Cerca viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	0.41	171	69.71
Alambre de púas	27.86	9	250.74
Alambre liso	63.30	1	63.30
Alambre triple aislado	49.25	3	147.76
Impulsador	44.51	1	44.51
Set de aisladores	0.35	203	70.34
Polos a tierra y circuitos de corte	94.79	1	94.79
Mano de obra (Establecimiento)	485.08	1	485.08
Total cercas			1,735.00

Cuadro 17. Resumen de área, inversión total, inversión por hectárea y total neto para cada circuito de pastoreo

Lote	Área (ha)	Inversión (USD)	Inversión/ha (USD)
El Guanacaste	31.98	15,748	492
Monterredondo	46.48	26,995	581
La Pista	25.12	13,629	542
Los Mingos	5.23	6,948	1,330
Florencias del Pinar	48.77	29,527	605
El Llano de Ocotál	70.46	72,930	1,035
Búfalos	6.08	8,557	1,407
Sementales	4.57	5,466	1,195
Total neto	238.71	179,800	753

Se puede observar en el Cuadro 17, el resumen de inversión para los ocho lotes (10 circuitos) y sus costos por ha. Es importante mencionar un alto costo de inversión por ha en aquellos lotes de áreas pequeñas, ya que costos como los bebederos demostraron ser los más altos debido al número de potreros, siguiendo las leyes de PRV de mantener un bebedero cada cuatro potreros. El área del lote influyó más que todo en el diámetro del bebedero, sin embargo, la diferencia del costo frente a bebederos más pequeños no es sustancial. Pinheiro (2004) presenta después de varios proyectos realizados, un costo por ha de implementación de USD 350, siendo este diferente al observado en el cuadro. Sin embargo, la diferencia de años entre proyectos concluye un dato muy similar si se llegara a realizar bajo el mismo año. De manera inversa, se puede observar bajos costos por ha para los lotes más extensos, reforzando la conclusión de la influencia en los bebederos; estas cantidades no cambian mucho en dependencia con el área. En cambio, los costos de instalación de cercas y tubería sí se le puede atribuir directamente al área por lote.

Evolución física del hato.

La evolución física de un hato es una proyección del crecimiento de un hato ganadero a lo largo de un periodo determinado, en base a indicadores de desempeño ya establecidos (Duran 2015). Para los fines de este estudio se realizó una proyección a diez años en dos diferentes escenarios. El primer escenario refleja un rango de carga animal entre 1.99 a 2.14 UA/ha y un potencial de 150 vientres; el segundo escenario presenta un rango de 2.2 a 3.41 UA/ha y un potencial de 200 vientres. Los indicadores de desempeño se obtuvieron de los datos históricos de la UAP ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y son los siguientes:

- Preñez vaquilla: 85%
- Preñez vaca de primer parto: 39%
- Preñez vaca multíparas: 60%
- Tasa de descarte: 10%

- Tasa de mortalidad terneros: 5%
- Tasa de mortalidad adultos: 2%
- GDP machos reproductores: 900 g
- GDP novillos engorde: 454 g
- Peso al destete: 220 kg

Es importante recalcar que los indicadores de desempeño van a mejorar cada año con la implementación del PRV, esto se debe principalmente al aumento en la calidad del pasto que se les ofrecerá a los animales. En otras palabras, el PRV garantiza que el pasto sea cosechado por el animal en su punto óptimo de reposo. Según André Voisin en su libro dinámica de los pastos, el pasto expresa al máximo su valor nutricional cuando se cosecha en su punto óptimo de reposo (Voisin 1950).

Primer escenario. Este escenario, refleja el potencial para la UAP Ganado de Carne de Zamorano. Bajo las condiciones actuales de manejo se puede apreciar la capacidad de carga animal real que se espera para fines del 2018 en base a datos reales sobre la cantidad de cabezas que hay actualmente en la UAP Ganado de Carne para cada categoría. El hato actual está siendo manejado bajo un sistema de pastoreo semi-intensivo suplementado con concentrado, sales minerales, bloques multinutricionales y en algunos casos ensilaje de maíz. Este escenario logra una carga animal máxima de 2.14 UA/ha en el año 2024. En la actualidad, la UAP Ganado de Carne tiene sobreoferta de pasto para la cantidad de animales que tiene bajo el sistema, el aumento en la capacidad de carga animal se debe a esto principalmente. En un sistema semi-intensivo sin fertilización es muy difícil aumentar la capacidad de carga a más de 2.14 UA/ha, siendo este el máximo que se lograría en el año 2024 como se muestra en el Cuadro 18 (Hernández 2018).

Cuadro 18. Proyección del hato de la UAP Ganado de Carne de Zamorano con 150 vientres en producción y carga animal en 223 ha disponibles

Año	Ítem		
	Inventario cabezas animal	Sub total de Unidades Animal (UA)	Carga animal (UA/ha)
2018	556	461	2.07
2019	519	453	2.04
2020	596	461	2.07
2021	660	455	2.04
2022	634	443	1.99
2023	648	469	2.11
2024	641	476	2.14
2025	613	469	2.10
2026	674	474	2.13
2027	660	474	2.13
2028	654	474	2.13

Cuadro 19. Inventario del hato para el primer escenario, número de cabezas, unidades animales en el 2018 y 2024, año que logra su máxima capacidad

Categoría	Inventario y distribución del hato			
	2018		2024	
	Cabezas	UA	Cabezas	UA
Lote de cría				
Vacas multíparas	85	107	159	199
Vacas primer parto	36	36	74	74
Becerras (0-8 meses)	42	17	75	30
Becerras (0-8 meses)	44	17	75	30
Sub total lote	207	177	383	334
Lote vaquillas				
Vaquillas (12-24 meses)	48	34	77	54
Vaquillas (24-36 meses)	36	36	77	77
Sub total lote	84	70	154	131
Lote novillos engorde				
Novillos	47	42	0	0
Sub total lote	47	42	0	0
Total	330	289	537	465

UA: Unidades animales

Cuadro 20. Distribución del hato y el área, unidad animal y capacidad de carga (UA/ha) en cada circuito de pastoreo para el primer escenario en el 2018 y 2024

Nombre circuito	Área (ha)	Distribución			
		2018		2024	
		UA	CC (UA/ha)	UA	CC (UA/ha)
Lote cría					
La Pista	25.1	34	1.34	63	2.52
El Guanacaste	31.5	62	1.97	116	3.70
Monte redondo # 1	20.0	35	1.77	67	3.33
Monte redondo # 2	18.9	32	1.68	60	3.17
Monte redondo # 3	8.1	14	1.76	27	3.30
Lote vaquillas					
Florencias del Pinar	49.0	70	1.42	131	2.67
Lote novillos engorde					
El llano de Ocotál	70.5	42	0.60	0	0.00

UA: Unidades animales

CC: Capacidad de carga

Segundo escenario. Este escenario presenta 200 vientres en producción, y una carga máxima de 3.41 UA/ha en el año 2024 para 223 ha. Es importante recalcar que el PRV se trata del entendimiento y aplicación de las ciencias básicas para poder llevar a cabo una producción animal en base a pasto que alcanza su máximo potencial de producción de biomasa. El PRV busca maximizar la captación de energía solar, que es su principal insumo (Phineiro 2016). El PRV es superior al modelo actual de la UAP Ganado de Carne por las siguientes razones:

Produce más por hectárea: Como bien lo plantean los sistemas rotacionales intensivos, cualquier división del campo significa un aumento en la producción, sin embargo, el PRV plantea una división racional del terreno, en términos de dimensiones, formas y equipamientos con el fin de aprovechar al máximo las pasturas con el menor costo posible. Para poder llevar la producción al máximo la división del área debe ser acompañada de aforos en las pasturas, rotaciones que cumplan cortos periodos de ocupación, idealmente medio día y un adecuado periodo de descanso de cada potrero (Pinheiro 2016).

Aforos periódicos: Son mediciones sencillas que deben hacerse siempre antes del pastoreo para calcular la oferta forrajera de pasto. La principal ventaja de aforar es que nos permite ingresar a cada potrero con el número de animales exactos a cada potrero (Murgueito *et al.* 2018).

Cortos periodos de ocupación: Lo ocupación ideal es de 12 horas por potrero ya que garantiza que el ganado no coma dos veces del mismo pasto y degrade las pasturas, sin embargo, se toleran desde 1 a 3 días.

Adecuados periodos de descanso: Deben ser “sagradamente” respetados, de esto depende que el pasto sea cosechado en su punto óptimo de reposo (Uribe *et al.* 2018). El punto óptimo de reposo es el punto en el cual el pasto ya llenó todas reservas radiculares y tiene el máximo contenido de carbohidratos no estructurales disponibles. Esto garantiza brindarle al animal alimento de la mejor calidad y evita la degradación de praderas ya que se da el tiempo necesario para que acumule las reservas para un excelente rebrote (Pinheiro 2016).

Presenta un menor costo por unidad de producto: El principal insumo que se usa en el PRV es la radiación solar, esta tiene costo cero a diferencia de los sistemas rotacionales intensivos en donde por lo general son altamente dependientes del uso de fertilizantes nitrogenados. Esto para garantizar la disponibilidad permanente de pasto para el ganado y poder soportar altas cargas animales. En estos sistemas fácilmente se aplica una tonelada de fertilizantes de síntesis química por hectárea cada año, lo que genera una alta dependencia de insumos externos y altos costos, con el agravante de la contaminación al suelo y agua (Chara *et al.* 2011).

Incrementa la fertilidad del suelo: En PRV hay una concentración de heces muy superior a los demás sistemas. Esto debido a las altas cargas instantáneas de hasta 200 UA/ha, estos animales entran a un área relativamente pequeña a comer de una manera uniforme y a dejar heces y orina a su paso por todo el potrero. Un bovino de 500 kg produce 25 kg de heces al día con un contenido de humedad del 80%. Por ende, puede producir 1,824 kg de materia seca/año producto de sus heces. El contenido promedio de las heces es 4.5% N; 1,7% P₂O₅; 1,95% K₂O; y 1,75% Ca (Pinheiro 2004). Esto significa que un bovino en un año produce 82 kg de N; 12,8 kg de P₂O₅; 35,6 kg de K₂O y 31,9 kg de Ca. Teniendo en cuenta que el proyecto PRV para este escenario tiene una carga animal de 3.41 UA/ha equivalentes 3.1 UGM/ha (500 kg de peso vivo). En este escenario el aporte por hectárea por año solo de las heces sería de: 254 kg de N; 40 kg de P₂O₅; 110 kg de K₂O y 99 kg de Ca. Además de mencionar los aportes cuantitativos de cada elemento es muy importante recalcar que las heces y orina que son depositados son cualitativamente muy importantes ya que son materia orgánica de la más alta calidad, que contribuye con la vida del suelo al igual que con la estructura del mismo (Porta *et al.* 2014).

Presenta un balance energético positivo: En PRV el insumo que consumen los herbívoros es producido 100% con energía lumínica y preferiblemente 0% con energía fósil. Además, el PRV garantiza que el pasto será cosechado en el punto óptimo de reposo, lo cual garantiza que es mucho mayor el CO₂ que se fija en la fotosíntesis que el que se emite en la respiración de las plantas lo cual su vez es capaz de reducir las emisiones de CO₂ por efecto de la fermentación entérica (Cisneros 2018).

Producción de alimentos limpios y orgánicos: En PRV no se usan productos de síntesis química ni agro tóxicos. Esto permite tener acceso a certificados que permitan dar un valor agregado a nuestro producto ya que la calidad biológica de nuestros productos es muy superior (Pinheiro 2016).

Promueve el bienestar animal: En PRV los animales comen el pasto en su punto óptimo de reposo, disponen de agua en cada parcela, tienen sombra, son manejados sin gritos ni perros ni violencia por lo que el bienestar animal es rigurosamente respetado. Es importante recalcar que el bienestar animal es esencial por dos razones; la primera es porque las exigencias de los consumidores cada vez hacen del bienestar animal una obligación. La segunda es porque está comprobado que hay una relación inversamente proporcional entre estrés y producción (Grandin 2014).

Los diseños del PRV son superiores: Como se mencionó en la metodología, el diseño de los potreros no es al azar, por el contrario, los potreros son diseñados con las figuras geométricas de menor perímetro (cuadrado) para minimizar costos de postes y alambrado, al igual los bebederos son circulares ya que son la figura geométrica con un mayor perímetro y permite un mejor acercamiento del ganado a los bebederos. Los bebederos están lejos de la fuente original de agua pues en PRV el agua va al animal y no el animal al agua como en las ganaderías tradicionales en los que el animal debe caminar por un tiempo

considerable hasta una fuente de agua de calidad regular a mala, en PRV se tiene un bebedero circular con agua de excelente calidad al centro de cada cuatro parcelas. Por otro lado, toda la rotación esta interconectada por pasillos, esto garantiza que nunca se va a ingresar animales a un potrero que no esté en su punto óptimo de reposo (Pinheiro 2016).

Cuadro 21. Proyección del hato de la UAP Ganado de Carne de Zamorano con 200 vientres en producción y carga animal en 223 ha disponibles

Año	Ítem		
	Inventario cabezas animal	Sub total de Unidades Animal (UA)	Carga animal (UA/ha)
2018	595	491	2.20
2019	616	542	2.43
2020	765	621	2.78
2021	859	653	2.93
2022	960	723	3.24
2023	1,035	756	3.39
2024	1,050	760	3.41
2025	1,042	756	3.39
2026	1,105	756	3.39
2027	1,083	757	3.40
2028	1,062	757	3.40

Se puede observar en el Cuadro 20, un mayor inventario para el final del 2018 en el inventario de cabezas animal. Esto se debe gracias a la compra externa de novillos de engorde. Esta compra fue realizada por el hecho de tener una mayor capacidad de carga animal otorgada por el sistema PRV en este escenario.

Cuadro 22. Distribución del hato para el segundo escenario, número de cabezas y unidades animal en el 2018 y 2024, año que logra su máxima capacidad

Categoría	Inventario y distribución del hato			
	2018		2024	
	Cabezas	UA	Cabezas	UA
Lote de cría				
Vacas multíparas	85	106	217	271
Vacas primer parto	36	36	62	62
Beceros (0-8 meses)	42	17	100	40
Becerras (0-8 meses)	44	17	100	40
Total lote	207	177	479	413
Lote vaquillas				
Vaquillas (12-24 meses)	48	34	87	61
Vaquillas (24-36 meses)	36	36	77	77
Total lote	84	70	164	138
Lote novillos engorde				
Novillos	144	130	215	194
Total lote	144	130	215	194

UA: Unidades animales

Cuadro 23. Distribución del hato y el área, unidad animal y capacidad de carga (UA/ha) en cada circuito de pastoreo para el primer escenario en el 2018 y 2024

Nombre circuito	Área (ha)	Distribución			
		2018		2024	
		UA	CC (UA/ha)	UA	CC (UA/ha)
Lote cría					
La Pista	25.1	34	1.34	79	3.13
El Guanacaste	31.5	62	1.97	145	4.59
Monte redondo # 1	20.0	35	1.77	83	4.13
Monte redondo # 2	18.9	32	1.68	74	3.94
Monte redondo # 3	8.1	14	1.76	33	4.10
Lote vaquillas					
Florencias del Pinar	49.0	70	1.42	138	2.81
Lote novillos engorde					
El llano de Ocotál	70.5	130	1.84	194	2.74

UA: Unidades animales
CC: Capacidad de carga

Inventario del hato.

En el Cuadro 24 se presenta la comparación entre hatos para los diferentes escenarios, en la actualidad y su año de máxima carga animal.

Cuadro 24. Composición del hato en cabezas de ganado para los dos escenarios en el año 2018 para 223 ha disponibles

Animales de Zamorano	Escenario 1 (2018)	Escenario 2 (2018)	Circuito de rotación
Beceros (0 - 8 meses)	42	42	1
Becerras (0 - 8 meses)	44	44	1
Becerras destete (8 - 12 meses)	40	40	3
Vaquillas desarrollo (12 - 24 meses)	48	48	2
Vaquillas remplazo (24 - 36 meses)	36	36	2
Vacas de primer parto	36	36	1
Vacas multíparas	85	85	1
Beceros destete (8 - 15 meses)	41	41	4
Toretos reproductores	60	60	5
Novillos engorde	47	144	6
Inventario cabezas animal	556	595	
Unidades Animal (UA)	461	491	
Carga Animal (UA/Ha)	2.07	2.20	

1: El Guanacaste, Monterredondo 1, 2 y 3, La Pista

2: Florencias del Pinar

3. Los Mingos

4. Búfalos

5. Sementales

6. El Llano de Ocotal

Cuadro 25. Composición del hato en cabezas animal para los dos escenarios en el año de su máxima carga animal en 223 ha disponibles

Animales de Zamorano	Escenario 1 (2024)	Escenario 2 (2024)	Circuito de rotación
Becerras (0 - 8 meses)	75	100	1
Becerras (0 - 8 meses)	75	100	1
Becerras destete (8 - 12 meses)	71	95	3
Vaquillas desarrollo (12 - 24 meses)	77	87	2
Vaquillas remplazo (24 - 36 meses)	77	77	2
Vacas de primer parto	62	62	1
Vacas multíparas	162	217	1
Becerras destete (8 - 15 meses)	73	97	4
Toretos reproductores	73	97	5
Novillos engorde	0	215	6
Inventario cabezas animal	641	1,050	
Unidades Animal (UA)	476	760	
Carga animal (UA/Ha)	2.14	3.41	

1: El Guanacaste, Monterredondo 1, 2 y 3, La Pista

2: Florencias del Pinar

3. Los Mingos

4. Búfalos

5. Sementales

6. El Llano de Ocotal

Para el año 2024, ambos escenarios llegan a su potencial máximo de carga animal. Sin embargo, es pertinente observar en el Cuadro 23 el aumento de hasta 59% del segundo escenario, bajo PRV, sobre el actual. El PRV garantiza, que el pasto del potrero prolongue su existencia sostenible, es decir, que se haga perenne, que perdure para siempre manteniendo en condiciones excelentes su calidad en productividad, en cuanto a capacidad de pasto producido por unidad de superficie, y su oferta nutricional para la producción bovina (Rúa 2010). De esta manera, la oferta de pasto aumenta, por ende, aumentando la capacidad de carga bajo este sistema de hasta cuatro veces más que bajo sistemas conservadores.

4. CONCLUSIONES

- El uso actual de las pasturas con PRI no permite alcanzar los niveles de 200 vientres en producción.
- El costo total de inversión más alto se observó en el lote El Llano de Ocotil.
- Los circuitos de rotación menores a siete hectáreas como los son, Búfalos, Los Mingos y Sementales, incrementan notablemente el costo de establecimiento del PRV por ha.
- Los bebederos reflejaron el costo más significativo para la mayoría de los circuitos.
- En el año 2024, los dos escenarios de evolución del hato logran su capacidad de carga máxima. Sin embargo, el sistema PRV sobrepasa el actual en un 59%.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer el sistema PRV como el sistema predominante de enseñanza de la UAP ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Realizar un análisis de factibilidad económica y analizar los principales indicadores económicos.
- Realizar un estudio sobre el comportamiento del pasto de cada uno de los circuitos de rotación para poder ajustar la capacidad de carga de una manera más exacta.
- Desarrollar indicadores que permitan identificar de una manera precisa el punto óptimo de reposo de cada circuito de rotación.
- Integrar el PRV con un sistema Silvopastoril intensivo.

6. LITERATURA CITADA

- Amarayo Adad FM. 2002. Efecto de dos alturas y dos edades de corte en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto Tanzania (*Panicum máximum*) en la producción de materia seca [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 23 p.
- Aristizabal J. 2016. Pastoreo Inteligente. [Internet]. Colombia: UNAC; [consultado 2018, Oct, 05].
http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=901.
- Bartlet B. 2006. The ABC's of electric livestock fencing. LPES Small Farms Fact Sheets: MidWest Plan Service. 12 p.
- Carrillo A. 2017. Pasto Mombaza *Panicum máximum* Jacq. Oficina Nacional de Semillas. 9 p.
- Chara J, Murgueitio E, Zuluaga A, Giraldo C. 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. 1ª ed. Colombia, Fundación CIPAVI. 158 p.
- Duran C. 2015. Evaluación técnica y financiera de un hato lechero en Cartago, Valle del Cauca, Colombia. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 57 p.
- Giraldo D. 2008. Comparación financiera del pastoreo rotacional intensivo vs. el pastoreo continuo para novillos de engorde en el departamento de Córdoba en la costa norte colombiana. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 23 p.
- González D, Quintero-Moreno A, Palomares R, Rojas N, Araujo O, Soto G. 2003. Uso de la *Gliricida sepium* en la suplementación de mautas mestizas y su efecto sobre el crecimiento y la aparición de la pubertad. FCV-LUZ. 12(1): 45-52.
- Grandin T, 2014, Assessment of stress during handling and transport. Journal of Animal Science. Vol 75. 249-257.
- Guevara Viera R, Guevara Viera G, Curbelo Rodriguez L. 2003. Pastoreo Racional Voisin para la producción bovina sostenible. Revista de Producción Animal, Ediciones Universidad de Camagüey (EUC).
- Luna Murillo RA, Reyes Pérez JJ, Avellaneda Cevallos JH, Espinoza Coronel AL, Iza Taco NB, Luna Murillo MV. 2015. Respuesta agronómica de tres variedades de *Brachiaria* en el cantón El Empalme provincia de Guayas, Ecuador. Ciencia y Tecnología. 8(2): 45-50.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1998. Características generales de las Brachiarias que se están evaluando en el canton de Tilaran. Costa Rica: MAG; [Consultado 2018 oct 15]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0264.pdf>
- Murgueitio Restrepo E, Cuartas C, Naranjo JF. Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. Segunda Edición. Cali, Colombia: Fundación CIPAV; 2009. 490p.

- Pinheiro Machado LC. Pastoreo Racional Voisin: Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio. Primera edición: Sexta reimpreza. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Hemisferio Sur; 2016. 336p.
- Porta J, Lopez M, Poch RM. 2004. Edafología. Uso y protección de suelo. 3ª edición. Madrid (España). Ediciones mundi-prensa. 579p.
- Ramírez Reynoso O, Hernández Garay A, Carneiro da Silva S, Pérez Pérez J, Enríquez Quiroz JF, Quero Carrillo AR, Herrera Haro JG, Cervantes Nuñez A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum máximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. Técnica Pecuaria en México. 47(2): 203-213.
- Restrepo E, Uribe F, Zuluaga AF, Galindo WF, Valencia LM, Giraldo C, Soto R. 2010. Reconversión Ganadera con Sistemas Silvopastoriles en la Provincia de Chiriquí Panamá. 1ª ed. Colombia, Fundación CIPAVI. 145 p.
- Rodríguez Lopez M. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum máximum* cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corte [Tesis]. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede regional San Carlos-Costa Rica. 30 p.
- Rosario Batista KJ. 2015. Análisis económico del efecto de la fertilización de pastos en ganadería de carne en Gainsa, Nicaragua [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 24 p.
- Villalobos L, Arce J. 2014. Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. Agronomía Costarricense. 38(1): 133-146.
- Villanueva C, Ibrahim M, Casasola F. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. 1ª ed. Turrialba (Costa Rica): CATIE, 32 p.