

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

DISEÑO DE UN APOTRERAMIENTO CON SISTEMA SILVOPASTORIL Y
PASTOREO RACIONAL “VOISIN” DE LA HACIENDA FLOR MARÍA
UBICADA EN EL CANTÓN PAJÁN, PROVINCIA DE MANABÍ

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia integradora

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y BIOLÓGICO

Presentado por:

Ronald Steven Vinces Bravo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a mi familia por su amor, paciencia, ideas y por su constante apoyo, no pudiera culminar todos mis esfuerzos.

De igual manera al Mg Sc. Wilian Castillo, quien sembró en mi algunas ideas investigativas buscando los mejores caminos para mi proceso de aprendizaje, mientras aportaba con ideas, críticas constructivas, revisiones y recomendaciones.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor: Ronald Steven Vincos Bravo

Director: MVZ. Wilian R. Castillo Ch. Mg Sc.

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

Estamos también de acuerdo que el video de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Ronald Vincos B.

Autor



MVZ. Wilian R. Castillo Ch. Mg. Sc.

Director

RESUMEN

Los sistemas de producción bovina se caracterizan por ser uno de los principales responsables de la degradación del suelo, con un alto impacto ambiental a causa de problemas como: pérdida de la biodiversidad, deforestación, quemas, erosión, entre otros. Por otra parte, diseñar un apotreramiento bajo pastoreo racional Voisin con sistema silvopastoril se justifica como una alternativa de manejo rentable, que contribuye al mejoramiento de los ingresos, donde la principal problemática al que se enfrenta el sector ganadero, es ser considerados sistemas de producción de baja rentabilidad, donde los gastos superan los ingresos, debido al uso permanente de insumos externos. El presente estudio consiste en diseñar un esquema de apotreramiento con sistema Silvopastoril y Pastoreo Racional Voisin (PRV) en la hacienda Flor María, ubicada en la Parroquia Guale, cantón Paján, provincia de Manabí. Se realizó un diagnóstico inicial del área de intervención, permitiendo conocer el estado actual de la finca, sobre el cual se diseñaría el proyecto. La propiedad dispone de un área total de 107.44 ha cuya distribución es: 2.5 ha para "área social" y 104.94 ha destinada para pasturas, siendo las especies que predominan Saboya (*Panicum maximum*), y Estrella común (*Cynodon nlemfuensis*), sobre el cual se mantiene una carga inicial de 69 UBAs, pudiendo llegar a triplicar la misma en el primer año y a partir del quinto año manejar 389,8 UBAs aproximadamente. Los indicadores de producción, muestran un crecimiento que llega al 39.79 % en el primer año, con un crecimiento sostenido del 16 % aprox. La inversión inicial es de \$ 15.056,26 donde la infraestructura para la división de los potreros y red hidráulica es la que mayor recurso demanda. Sin embargo, se proyecta recuperar la inversión al final del segundo año. Asimismo, se estima un TIR de 41 %, VAN de \$ 620,83, por lo que se puede determinar que sí es factible la implantación de este tipo de manejo en la Hacienda Flor María.

Palabras Clave: Diseñar, Pastoreo Rotacional Voisin, Bovinos, Silvopastoril

ABSTRACT

The bovine production systems are characterized by being one of the main causes of land degradation, with a high environmental impact because of problems such as loss of biodiversity, deforestation, fires, erosion, among others. rational grazing Voisin with silvopastoral system is justified as an alternative to profitable operation, contributing to the improvement of income, where the main problems that the livestock sector is facing, is to be regarded as production systems with low profitability, where expenses exceed revenues, due to the permanent use of external inputs.

*The present study is to design a scheme arrangement of fields with silvopastoral systems and Voisin Rational Grazing (GRV) in the Flor Maria farm, located in the Parish Guale, cantón Paján, province of Manabí. For which an initial diagnosis of the area of intervention was performed, allowing the current status of the property, on which design the project. The property has a total area of 107.44 ha, divided into 2.5 ha for "social area", 104.94 is intended for pastures, being the predominant species Savoie (*Panicum maximum*), and common Star (*Cynodon nlemfuensis*), on which a load is maintained Initial UBAs 69, being able to triple it in the first year after the fifth year and handle approximately 389.8 UBAs. Production indicators show growth that reaches 39.79 % in the first year, with a sustained growth of approximately 16 %. The initial investment is high being \$ 15,056.26 infrastructure division of pastures and water mains that demand greater resources, but costs and revenues are projected return on investment at the end of the second year, also it considers financial indicators an IRR of 41 % and a NPV of \$ 620.83, so you can determine if the introduction of this type of management in the Hacienda Flor Maria is feasible.*

Keywords: *Design, Voisin Rotational Grazing, Bovine, Silvopastoral*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Marco teórico.....	2
Sistema Silvopastoril (SSP)	2
CAPÍTULO 2.....	7
2 METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	7
2.1 Situación actual de la “Hacienda Flor María”	7
Ubicación	7
Extensión	7
Topografía.....	7
Suelos.....	8
Pasturas.....	8
Arvenses.....	8
Arbustos.....	8
Arboles común	8
Manejo del hato bovino.....	8
División del área	9
2.2 Ingeniería del proyecto	11
Cálculo de la superficie de los potreros.	11
Diseño de la división del área y caminos	11

Diseño de la red hidráulica.....	15
Cálculo del caudal de la red hidráulica	17
2.3 Costos de inversión	17
2.4 Red hidráulica para bebederos	18
2.5 Cercas eléctricas.....	19
CAPÍTULO 3.....	20
3 RESULTADOS.....	20
3.1 Análisis financiero.....	20
3.2 Ingresos.....	21
Flujo de efectivo proyectado a cinco años.	21
3.3 Análisis del TIR y el VAN.....	23
CAPÍTULO 4.....	24
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
4.1 Conclusiones.....	24
4.2 Recomendaciones.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
PRV	Pastoreo Racional Voisin
UBA	Unidad Bovina Adulta
PE	Pastoreo Extensivo
SSP	Sistema Silvopastoril
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
m.s.n.m.	Metros Sobre el Nivel del Mar
T.R.	Tiempo de Reposo
T.O.	Tiempo de Ocupación
C.A.	Carga Animal
P.O.R.	Punto Óptimo de Reposo
Hda.	Hacienda

SIMBOLOGÍA

Ha.	Hectárea
R	Rotación
N ⁰	Número
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
cm	Centímetros
mm	Milímetro
Kg	Kilo gramo
G	Gramo
Lt.	Litro
C	Caudal
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución espacial de los diferentes componentes de la Hda. Flor María.	10
Figura 2. Diseño de la división del área y caminos en la Hda. Flor María.	13
Figura 3. Diseño de la red hidráulica en la Hda. Flor María.	16

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Superficie y tiempos de ocupación de los potreros de acuerdo a la categoría animal que se manejara en la Hda. Flor María.	14
Tabla 2: Costos de sistema de red hidráulica para bebederos	19
Tabla 3: Costos para instalación de cercas eléctricas	19
Tabla 4: Estado financiero actual de la Hda Flor María.	20
Tabla 5: Flujo de efectivo proyectado a 5 años	22

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

En Latinoamérica, la ganadería tradicionalmente se ha desarrollado mediante la utilización frecuente de maquinarias agrícolas para el arado del suelo, productos de síntesis química para la fertilización, control de plagas y “malezas”, donde además el uso de la pastura se ha caracterizado por manejarla de forma extensiva mediante pastoreo continuos, dando como resultado parámetros de producción bajos (<1 UBA ha-1) y ganancias de peso no mayor a 400 g día.

Por otra parte, en el Ecuador la producción bovina de doble propósito (producción de carne y leche) es la principal actividad de producción pecuaria y según al III Censo Agropecuario Nacional (2010), publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Ecuador tiene una población aproximada de 4.5 millones de bovinos distribuidos en: 51 % región interandina, 37 % Costa y 12 % en la Amazonia. De acuerdo con este estudio el MAGAP considera que la población bovina tiene una superficie de 3.35 millones de hectáreas de pastos cultivados y 1.12 millones de hectáreas de pastos naturales. Además el 55 % son de raza criolla, 43 % razas mestizas Holstein Friessian, Brahman, entre otras, y solo un porcentaje mínimo corresponde a razas puras (Normando, Brown Swiss) para la producción de doble propósito (Godoy & Revelo, 2011).

De igual forma, si los productores bovinos adoptaran nuevas formas de producir y descartaran aquellas prácticas convencionales que perduran hasta la actualidad, representaría para el sector un incremento en el hato ganadero nacional de 11 millones de bovinos aprox., equivalente a 1,4 bovino/habitante, por lo que frente a este escenario, la implementación de métodos que permitan rescatar la sostenibilidad de la producción ganadera en condiciones donde la actividad agrícola no interviene, que optimice la eficiencia del uso de la pastura, mejore los parámetros de producción y además se reduzca el uso de insumos de síntesis química, constituye el PRV una de las tecnologías que a corto, mediano y largo plazo permitiría afrontar de forma rentable y sostenible la situación actual a la cual se enfrentan los sistemas de producción de rumiantes.

1.2 Objetivo

Diseñar el apotreramiento con sistema silvopastoril y pastoreo racional Voisin en la hacienda Flor María, realizando un diagnóstico inicial del área de intervención para determinar la factibilidad económica y financiera del proyecto tomando en cuenta el componente ambiental.

1.3 Marco teórico

Sistema Silvopastoril (SSP)

Un sistema Silvopastoril permite la conservación de recursos naturales y mejoramiento en la productividad en la que lleva a la asociación e interacción de árboles-pasto-animal dentro de una misma área, obteniendo una producción pecuaria amigable con el ambiente, en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral (Pezo & Ibrahim, 1999).

Ventajas de los Sistemas Silvopastoril

El uso de árboles y arbustos en los SSP tiene múltiples beneficios para los animales, entre los que se menciona:

- Disminución en estrés climático
- Suministro de alimento en épocas secas.
- Fijación de nitrógeno (leguminosas).
- Materia orgánica y reciclaje de nutrimentos.
- Conservación de la biodiversidad.
- Control de la erosión y mejoramiento de suelos.

Desventajas de los Sistemas Silvopastoril

La interrelación de los bovinos con los árboles, pastos y el suelo también puede ser desventajosa, debido a:

- Producción de biomasa y calidad nutritiva de las plantas, algunas especies forrajeras desarrolladas bajo sombra su actividad fotosintética es inferior.
- Alelopatía, liberación de compuestos químicos los cuales no permite el desarrollo normal de otras especies vegetal.
- Metabolitos secundarios, los árboles y arbustos presentan taninos haciéndolo menos digestibles.
- Ramoneo, los frutales y árboles maderables y pueden presentar daños por consumo animal.

Tipos de Sistemas Silvopastoril

El SSP es la asociación entre plantas leñosas perennes con pasturas y animales, generando varios modelos de SPP. Este diseño genera beneficio económico, social o ecológico.

En los sistemas de producción bovina se pueden encontrar varios modelos de SPP:

- Cercas vivas.
- Plantas leñosas perennes en callejones.
- Árboles y arbustos dispersos en potreros.
- Barreras vivas.
- Cortinas rompe vientos.

Pastoreo racional

El pastoreo racional es una técnica avanzada y eficiente en el manejo de los pastos, el cual se basa en la armonización de los principios de la fisiología vegetal con los requerimientos cuantitativos y cualitativos de los animales, el mejoramiento continuo del suelo por los procesos bióticos, bajo la intervención y dirección del hombre (Fernandez, 2013), teniendo como objetivos:

- Mejoramiento y cuidado del suelo.
- Reducción de la erosión.
- Aumento de la fertilidad del suelo.
- Mejor y mayor producción del pasto.
- Mejorar las condiciones ambientales.
- Lograr un forraje de alta calidad biológica.
- Mejorar la salud animal.
- Mayor rendimiento de carne/leche por animal/ha.
- Mejor costo de producción.
- Producto de superior valor por ser biológicamente mejor.

Implicaciones del pastoreo racional

El pastoreo racional implica aplicar las leyes universales (Pinheiro, 2004), formuladas por André Voisin y fundamentos basados en la fisiología de los pastos y requerimientos del animal, siendo el hombre el principal responsable de conducir a los animales al pastoreo, permitiéndoles acceder a una pradera que disponga de calidad y cantidad de forraje.

Leyes universales del pastoreo racional

El PRV está regido por leyes que, obedecidas en sus directrices generales, permitiendo al productor obtener máximos rendimientos técnicos y económicos, no sólo sin agresión al ambiente, sino también con un balance ambiental altamente positivo, con elevado nivel de secuestro de CO₂.

El pastoreo es el encuentro entre el animal con el pasto, comandado por el hombre. El acto de hacer pastar consiste en satisfacer plenamente las necesidades de uno y de otro, con fin de viabilizar el máximo rendimiento entre ambos. En términos etológicos, se establece una relación alelomimética entre la vaca y el pasto: la vaca necesita del pasto para sobrevivir y deja la saliva para estimular su rebrote y el pasto, base de la supervivencia de la vaca, precisa ser comido en su óptimo de reposo para mantenerse perenne (Pinheiro, 2004).

Para alcanzar ese objetivo, Voisin estableció cuatro leyes que deben ser rigurosamente cumplidas.

a) Ley del reposo

“Para que un pasto cortado por el diente del animal de su máximo rendimiento entre dos cortes sucesivos a diente, es necesario que haya transcurrido el tiempo suficiente, permitiendo al pasto almacenar en su sistema radicular la mayor cantidad de reserva para obtener un rebrote vigoroso realizando su llamarada de crecimiento o alta producción diaria por hectárea”.

El reposo del pasto es fundamental para lograr la máxima producción de biomasa, logrando una producción rentable de leche o incremento en peso sin deteriorar las praderas, por lo tanto al rotarlos de potreros muestran cambios positivos donde el ganado deja de pastorear por un tiempo prolongado el cual no permite que consuman el rebrote e interrumpieran el desarrollo fisiológico por efecto del sobrepastoreo.

b) Ley de ocupación

“El tiempo global de ocupación de una parcela deberá ser lo suficientemente corto como para que un pasto cortado a diente el primer día de la ocupación, no sea cortado nuevamente por el diente de los animales antes de que estos dejen la parcela”.

Los investigadores indican, cuando el pasto alcanza una altura de 15 cm. Entre 14 y 18 días, serán necesarios 5 días, para que el pasto obtenga una altura mayor a 5 cm, y el animal en pastoreo la pueda utilizar. Por lo tanto si el animal permanece 8 días o más en la misma parcela, se podría afirmar que el pasto cortado el primer día de ocupación volverá a ser cortado al sexto día, en el cual el pasto no ha generado el desarrollo óptimo en su sistema radicular, dificultando su desarrollo en el nuevo rebrote. (Murillo, 1999)

c) Ley del rendimiento máximo

“Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de pasto y que esta sea de la mejor calidad posible”.

En este manejo se denomina el “despunte” y “repasso”, esto es posible permitiendo maximizar la producción, con una alta carga que resulte en alta productividad por área, desempeño individual del grupo despunte. Este manejo es viable si hay agua en cada parcela.

d) Ley del requerimiento regular

“Para que un animal pueda dar rendimientos regulares es necesario que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos si el rumiante no permanece más de un día en la misma parcela”. Los rendimientos productivos de un rumiante se alcanzan desde el primer día, disminuyendo su valor nutritivo a medida que permanezca más tiempo en la misma parcela, el manejo de las parcelas es indispensable ayudar a los pastos en su desarrollo dirigiendo a los animales en la cosecha de las mismas.

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA DE DISEÑO

El desarrollo del presente proyecto consistió en observar, evaluar y diseñar un sistema de apotreramiento que permita aplicar las leyes universales del pastoreo racional.

Para determinar el estado actual de manejo y producción en la Hda. Flor María, se entrevistó al propietario junto con el mayordomo, quienes mencionaron todas las actividades que realizan actualmente.

Durante la evaluación y observación, se catalogó la situación actual de la propiedad, en cuanto a manejo de las pasturas, estado productivo del hato entre otros.

2.1 Situación actual de la “Hacienda Flor María”

Ubicación

La “Hda Flor María” está ubicada en la parroquia Guale, Provincia de Manabí, Ecuador, entre 90 m.s.n.m hasta 258 m.s.n.m., y de acuerdo a la clasificación Holdridge pertenece a una región seca sub-tropical (BHT) con una temperatura anual promedio de 24° C, y precipitación de 1000 mm/año.

Extensión

La Hda Flor María dispone de una extensión de 107.44 ha en total, de las cuales se han utilizado el 90 % para la producción de leche y cría de bovinos bajo pastoreo continuo.

Topografía

De acuerdo al levantamiento topográfico el área de intervención del proyecto se caracteriza por presentar una topografía ondulada con elevaciones que no sobrepasan los 300 msnm, y pendientes que oscilan entre los 30 a 50 % de inclinación.

Suelos

Los suelos se caracterizan por tener una textura franco arcillosa y de mediana fertilidad de acuerdo a las descripciones de la tabla Munsell.

Pasturas

Los pastos que predominan es Saboya (*Panicum maximum*), y Estrella común (*Cynodon nlemfuensis*).

Arvenses

Escoba (*Sida acuta*, *Sida rhombifolia*), Sierrilla (*Mimosa pigra* L.), Achocilla (*Momordica charantia*), betillas (*Ipomoea spp*), Bledo (*Amaranthus hybridus*), Chamico (*Datura stramonium*), Camotillo (*Isomoea sp*), Frijolito (*Phaseolus lathyroides*).

Arbustos

Moyuyo de montaña (*Tecoma castanifolia*), Piñon (*Jatropha curcas* L.), Sierrilla (*Mimosa pigra* L.), ciruelo (*Spondias purpurea* L.), Higuera (*Ricinus communis* L.).

Arboles común

Cítricos (*Citrus spp.*), Samán (*Samanea saman*), Laurel (*Laurus nobilis*), Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), Algarrobo (*Prosopis juliflora*), Amarillo (*Centrolobium ochroxylum*), Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*), Guanábana (*Annona muricata* L.), Guayacán (*Tabebuia chrysantha*), Matapalo (*Ficus obtusifolia* Kunth.), Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav)), Niguito (*Muntingia calabura* L.), Pechiche (*Vitex gigantea* Kunth.), Guaba (*Inga spp*), Mango (*mangifera indica* L.)

Manejo del hato bovino.

El manejo actual de los hatos bovinos de la hacienda ha sido de forma tradicional, el cual incluye la rotación extensiva de pasturas, potreros de tamaño irregular, con tiempos de ocupación y reposo que varían según las condiciones climáticas. El ganado tiene acceso al agua en pequeños abrevaderos llegando en algunos casos a no estar disponible en cantidad y calidad. Existen alrededor de 69 bovinos cada uno con un peso promedio de 450 kg, con una carga animal de 0.66 UBA/ha, inferior a la carga animal promedio

nacional (1.28 UBA/ha), (Paredes, 2015). El sistema de reproducción es mediante monta natural continua.

La hacienda no dispone de registros individuales de los animales, así de los eventos de producción y reproducción, lo cual impide poder evaluar la eficiencia productiva y reproductiva del hato.

El manejo sanitario incluye la aplicación de dos vacunas obligatorias de acuerdo a lo dispuesto por AGROCALIDAD (Aftosa y Brucelosis) además del grupo de enfermedades infecciosas típicas del trópico.

El control de endo y ectoparásitos es mediante el uso del grupo de los fármacos correspondientes a las Lactonas macrocíclicas (Ivermectina, Doramectina, entre otras) así como del uso de Organofosforado, Carbamatos y Piretrinas y Piretroides respectivamente.

División del área

La propiedad dispone de un área total de 107.44, distribuido en 2.5 ha para área social, 104.94 ha destinada para pasturas de acuerdo a lo que se muestra en la Figura 1.

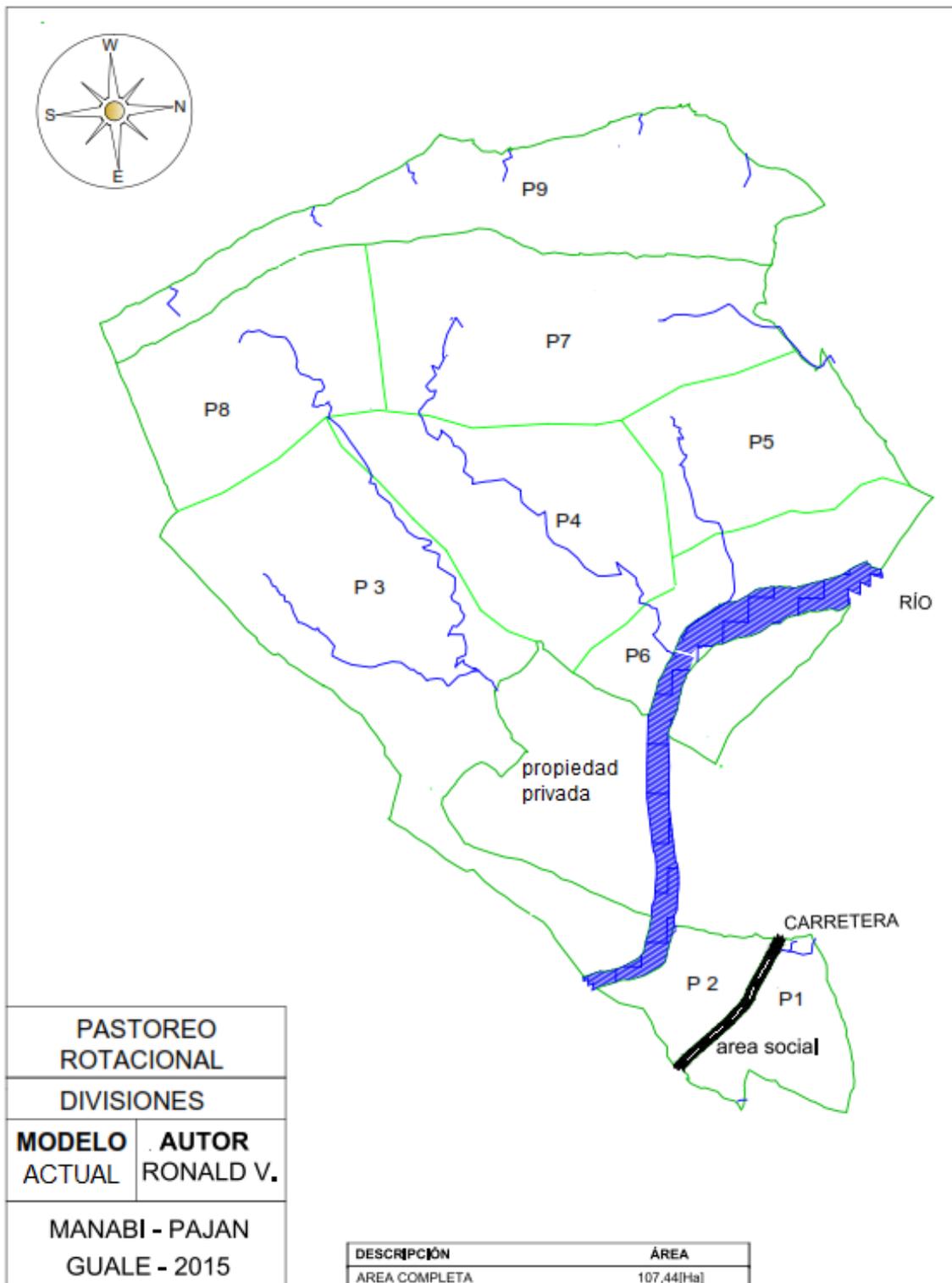


Figura 1. Distribución espacial de los diferentes componentes de la Hda. Flor María.

2.2 Ingeniería del proyecto

El presente proyecto comprende dos etapas. La primera incluye un diagnóstico general: estado actual, levantamiento topográfico, y georeferenciación de la Hda Flor María, a partir de estos datos se realizó el diseño del apotreramiento, el cual incluía establecer el recorrido de la red hidráulica y la distribución espacial del sistema silvopastoril. El análisis de factibilidad económica y financiero se estableció de acuerdo al diagnóstico inicial y proyecciones realizadas a fin de determinar si concluida la etapa de diseño era viable poder implementar este tipo de proyecto.

Cálculo de la superficie de los potreros.

El diseño para la división de potreros bajo sistema de PRV, se consideró cual será el objetivo de producción (cría, recría, vacas de ordeño), y las condiciones climáticas predominantes de la zona, esto ayuda a determinar el tamaño y número de parcelas por cada categoría de animales a manejar.

La ecuación general para poder calcular la cantidad de parcelas es mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$N.^{\circ} \text{ de parcelas} = \frac{TR}{TO} + n.^{\circ} \text{ lotes}$$

Donde TR es el tiempo de reposo de la parcela y TO es el tiempo de ocupación.

El inventario inicial de animales que dispone la propiedad es de 69 UBAs. Este dato permite determinar y proyectar la carga animal que soportaría la propiedad. En la tabla 1 se observa la distribución del área total, donde 77,95 ha serán destinadas para las diferentes categorías que se manejaran.

Diseño de la división del área y caminos

Determinada el área de los piquetes, se realiza el diseño de las divisiones de la hacienda y simultáneamente se diseña el sistema viario (o callejones) del proyecto a instalar. Este sistema viario nos garantiza el resultado óptimo de nuestro diseño, porque por este sistema se tiene accesibilidad a cualquier parcela o potrero diseñado y la movilización del ganado no afectaría a las parcelas que están en recuperación de pastos, considerándose este el punto vital de cualquier proyecto implementado con PRV.

El arte de "saber saltar" denominación dada por André Voisin, se establece como la técnica del buen observador, permitiendo ser capaz de reconocer el potrero que ofrece la cantidad y calidad para realizar el pastoreo satisfactoriamente y que el ganado logre su mejor desempeño y expresen su potencial de producción. Por lo tanto el transporte o movimiento del ganado hacia los potreros que se encuentran en su Punto Óptimo de Reposo (P.O.R.), sin tener la necesidad de seguir una rotación secuencial. Siempre realizar un portón de ingreso y salida del ganado en la dirección del sistema viario que mejor disponibilidad de acceso tenga (Pinheiro, 2004).

Además hay que considerar que se debe dejar como mínimo un 10 % del total del área para el sistema viario (camino), por lo tanto tendremos una área para realizar nuestras parcelas de 77.95, y el 10 % de caminos o callejones tendrá un área total de 8.66 ha los cuales no se desperdiciaran, estos también serán pastoreados al momento de mover el ganado de una parcela a otra.

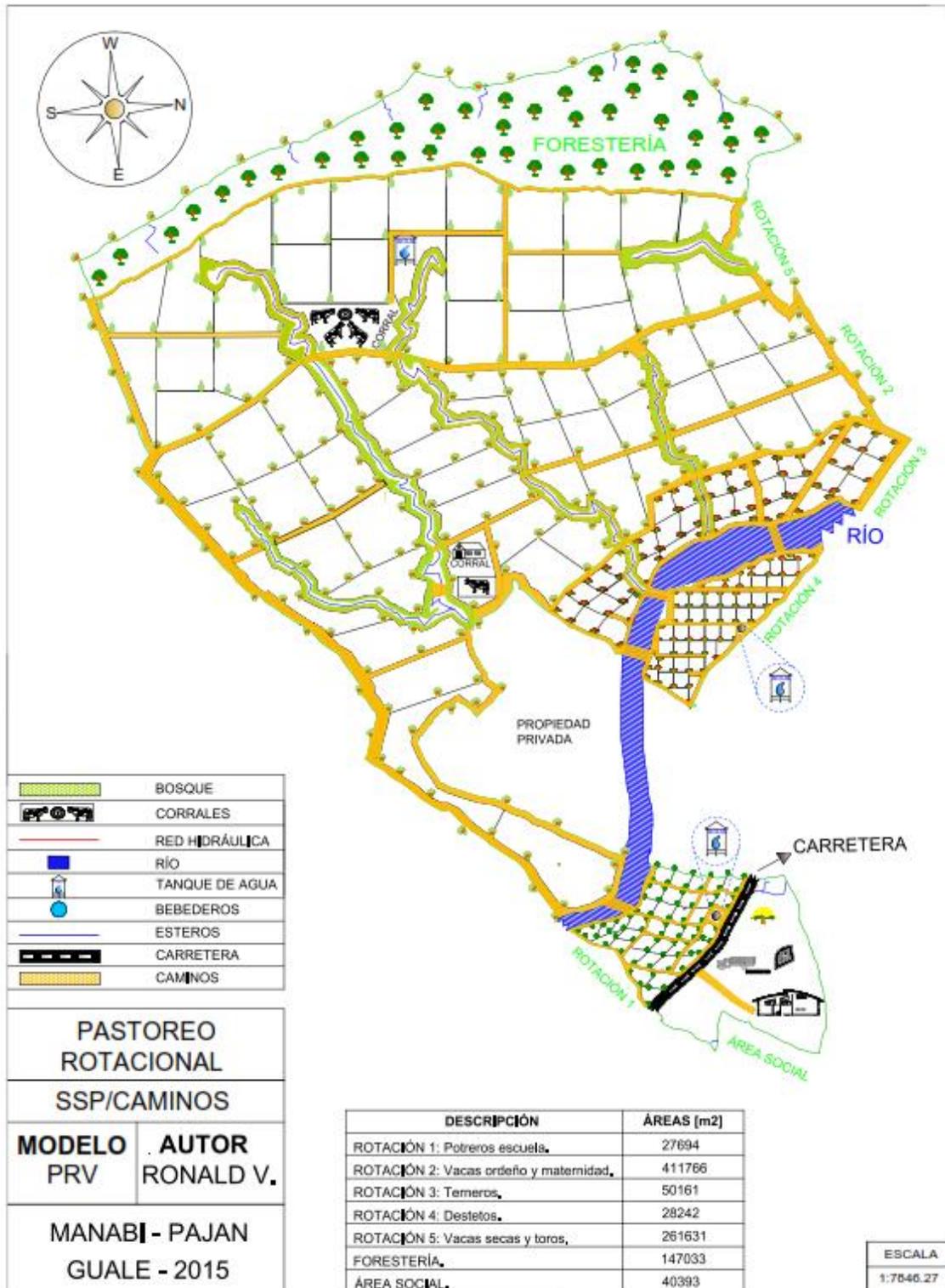


Figura 2. Diseño de la división del área y caminos en la Hda. Flor María.

Tabla 1:
Superficie y tiempos de ocupación de los potreros de acuerdo a la categoría animal que se manejará en la Hda. Flor María.

Áreas de intervención	A. total (m ²)	A. Disponible (m ²)	Tiempo ocupación	Tiempo reposo	N° Lotes	N° Potreros	A. Potrero (m ²)	Tamaño (m)	C A Inicial	C A proyectada
Área social	44881,88	40393,69								
Forestería	163371,07	147033,96								
R 1: Potreros escuela	30771,18	27694,06	2	70	1	36	769,3	27,74	7,3	13,8
R 2 : Vacas ordeño y maternidad	457518,64	411766,78	2	80	1	41	10043,1	100,22	107,9	205,9
R 3: Terneros	67196,93	60477,24	2	80	1	41	1475,1	38,41	15,9	30,2
R 4: Destetos ♂	31380,09	28242,08	2	80	1	41	688,8	26,25	7,4	14,1
R 5: Vacas secas y toros	290702,10	261631,89	3	80	1	27,7	9456,6	97,24	68,6	130,8

Diseño de la red hidráulica

Al sistema de red hidráulica junto con el sistema viario son las claves fundamentales para lograr que el PRV alcance el éxito en cualquier proyecto a ejecutarse. Siendo el agua la fuente vital para cualquier ser vivo y ejercer su desarrollo en todo su ciclo de vida. El Instituto de André Voisin en Brasil, indica que en este sistema de PRV se produce un 30 % a 40 % más de carne o leche por hectárea al año, comparado con cualquier otro sistema de pastoreo, con solo implementar la técnica de proveer agua en cada potrero, dando origen al concepto: “El agua debe ir al ganado, no el ganado al agua” (Pinheiro, 2004), esto a más de darle mayor orden a la hacienda, se traducirá en beneficios de salud para los animales, ya que al aplicar este método las enfermedades de los mismos se reducirán porque el agua que beban no estará contaminada por sus pezuñas y su desechos orgánicos, como sucede cuando van a los esteros, ríos, lagunas artificiales, todos estos problemas que genera la ganadería extensiva son totalmente solucionables haciendo una planeación racional para desarrollar un sistema eficiente y económico, el dinero que será usado en mangueras, zanjas, tanques de agua es una inversión que se comienza a pagar inmediatamente, en unos de los casos sería en la reducción de gasto en medicina veterinaria ya que esto mejoraría su salud y rendimiento nutricional en la producción de carne y leche.

Al suministrar a los animales el agua en cada potrero, se debe garantizar la cantidad y calidad suficiente de agua cumpliendo con los requerimientos de los animales. La red hidráulica estará ubicada cerca de una fuente principal donde se captará el recurso hídrico en un sitio de reserva para generar su distribución. En este caso, va desde una fuente a los tanques con capacidad de 5000 lt, por gravedad y a través de mangueras se distribuye a todos los potreros.



Figura 3. Diseño de la red hidráulica en la Hda. Flor María.

Cálculo del caudal de la red hidráulica

La red hidráulica es calculada a partir de la distribución de agua desde un reservorio o material hasta los bebederos, por gravedad o por presión generada por motobomba.

El caudal están hechos en función del proyecto con una carga final proyectada de 389.8 cabezas, cada una consumiendo 80 lts/día, y dividiendo para 57600 segundos. Se utiliza el valor de 16 h, porque los bovinos tienen ese ritmo circadiano.

$$C \left(\frac{L}{seg} \right) = \frac{UGG(Kg) \times consumo \text{ diario } \left(\frac{L}{día} \right)}{16 \text{ horas}}$$

$$C \left(\frac{L}{seg} \right) = \frac{194,9(450 \text{ Kg}) \times 80 \left(\frac{L}{día} \right)}{57600 \text{ seg}}$$

$$C = 121,8 \left(\frac{L}{seg} \right)$$

La propiedad permite realizar el diseño por gravedad desde un punto más alto, es necesario observar los desniveles para que la gravedad sea a favor y no en contra corriente. La distribución de la tubería se la diseñó en función de la pendiente o inclinación del terreno para que llegue a cada potrero, los hidrantes estarán colocados uno (1) por cada cuadrante (cada hidrante surte de 2 a 4 potreros según su localización).

2.3 Costos de inversión

Después del diagnóstico preliminar se encuentra que es necesaria la aplicación de un proyecto de reingeniería que permita mejorar aspectos de infraestructura, métodos y sistemas de control, seguimiento y resultado de procesos, lo cual a más de los costos implícitos en su aplicación y desarrollo, tomara un tiempo estimado

de 1 año para su desarrollo y puesta en funcionamiento para obtener los resultados deseados.

La inversión será destinada totalmente a la mejora de infraestructura, la cual se divide en dos partes:

- a. Red hidráulica para bebederos.
- b. Cercas eléctricas.

2.4 Red hidráulica para bebederos

La mayor parte de la inversión será destinada al desarrollo e implementación de la red hidráulica (Tabla 2), cuya función es satisfacer la necesidad de agua para el ganado, basado en la premisa de que “El agua debe ir al ganado, no el ganado al agua”; esto a más de darle mayor orden a la hacienda, se traducirá en beneficios de salud para los animales, ya que al aplicar este método las enfermedades de los mismos se reducirán porque el agua que beban ya no estará contaminada por sus pezuñas y su desechos orgánicos, como sucede cuando van a los esteros, ríos, lagunas artificiales. Esto mejoraría su salud y rendimiento nutricional en la producción de carne y leche.

Con esta inversión se planea tener 55 Unidades de bebederos móviles, los cuales estarán distribuidos en un (1) bebedero por cada cuatro (4) potreros, considerando que en las partes de difícil acceso se dispondrá de un (1) tanque para cada dos (2) potreros.

Tabla 2: Costos de sistema de red hidráulica para bebederos

Descripción	Cantidad	Precio
Tanque tipo botella 2000 lt	2	\$ 491,6
Tanque tipo botella 5000 lt	1	\$ 350,9
Tanque tipo apilable 500 lt	55	\$ 5.209,5
Bomba jet 1hp 110/220 leo ac.inox a	3	\$ 472,8
Rollo de manguera polietileno de 2x100 mts. 65kil	9	\$ 1.287,0
Rollo de manguera polietileno de 1x100 mts. 34kil	41	\$ 3,2
Rollo de manguera polietileno de 1/2x100 mts	15	\$ 500,1
Tapón hpp 1" incamep	15	\$ 10,2
Unión univ r/r pp 1 plastigama	15	\$ 50,2
Unión univ r/r pp 1/2 plastigama	60	\$ 47,9
Tte rh pp 1" pvc	55	\$ 25,9
Reductor 1 flex 2 a 1 pvc	15	\$ 31,5
Reductor 1 flex 1 a 1/2 plastigama	55	\$ 14,3
Válvula compuerta 1/2	60	\$ 150,0

2.5 Cercas eléctricas

El sistema de cerca eléctrico es una solución práctica que redujo sustancialmente el costo de implantación en el proyecto, ya que el costo del mismo es de aproximadamente el 30% del de un alambrado convencional para el manejo de los bovinos en pastoreo, en la (Tabla 3) se muestra los costos de los materiales y equipos que se requirieron.

Tabla 3: Costos para instalación de cercas eléctricas

Descripción	Cantidad	Precio
Energizador solar speedrite s500	1	\$ 341,1
Batería	1	\$ 35,3
Kit aparta rayo	1	\$ 32,5
Cinta p/cerca x 400mt sp017 politape naranja	2	\$ 67,1
Aisladores tipo w	400	\$ 132,0
Manijas azules	4	\$ 39,6
Tensor c/aislador	19	\$ 108,3
Mano de obra total		\$ 800,0

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS

Es necesario siempre hacer una proyección de los flujos operativos para analizar los indicadores de producción, los cuales muestran un crecimiento que llega al 39.79 % en el primer año, con un crecimiento sostenido del 16 % aproximadamente. La inversión inicial es de \$ 15.056,26 donde la infraestructura para la división de los potreros y la red hidráulica, son los que mayores recursos demandan. Sin embargo, se proyecta recuperar la inversión al final del segundo año. Asimismo, se estima un TIR de 41 %, VAN de \$ 620,83, por lo que se puede determinar que sí es factible la implantación de este tipo de manejo en la Hacienda Flor María.

3.1 Análisis financiero

Analizada la situación actual de la hacienda, sus ingresos superan a los gastos (tabla 4), y aunque se obtiene una utilidad esta es mínima, lo que permite que la hacienda siga funcionando ya que al menos con el trabajo se logran cubrir todas sus necesidades y obligaciones, aunque como demuestra el análisis basado en la actualidad de la hacienda, inevitablemente la misma va a tener pérdidas de continuar con este sistema de trabajo.

Tabla 4: Estado financiero actual de la Hda Flor María.

INGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo inicial	-	1.358,0	2.866,0	2.994,0	1.890,0
Ventas queso	16.072,0	16.072,0	16.072,0	16.072,0	16.072,0
Arriendo tierras	14.400,0	14.400,0	13.680,0	13.248,0	12.960,0
Venta animales	2.400,0	2.400,0	4.000,0	4.000,0	4.000,0
Venta de madera	1.450,0	1.600,0	-	-	-
Total ingresos	\$ 34.322,0	\$ 35.830,0	\$ 36.618,0	\$ 36.314,0	\$ 34.922,0

Gastos					
Gastos administrativos	12.000,0	12.000,0	12.000,0	12.000,0	12.000,0
Compra bovinos			2.400,0	3.200,0	4.000,0
Gastos generales	20.964,0	20.964,0	19.224,0	19.224,0	19.224,0
Intereses préstamo 1	-	-	-	-	-
Total gastos	\$ 32.964,00	\$ 32.964,00	\$ 3.624,00	\$ 34.424,00	\$ 35.224,00
Diferencia f/e	\$ 1.358,00	\$ 2.866,00	\$ 2.994,00	\$ 1.890,00	-302,00

3.2 Ingresos

Flujo de efectivo proyectado a cinco años.

Para desarrollar el proyecto se requiere de una inversión total de \$ 15.056,26 a un interés del 11 % anual, tasa aplicada por el Banco Nacional de Fomento para el año en curso, lo que ocasionaría un interés de US \$ 1.656,19 anual.

En la (Tabla 5) se muestra que en el año 1 continuará la implementación del proyecto, por lo cual los ingresos no sufrirían variación con respecto a lo que se percibe actualmente, no así los egresos, los cuales se verán incrementados debido al aumento de mano de obra para poder ejecutar el proyecto. En este año solo se cubrirá el valor correspondiente a los intereses objeto del préstamo realizado. Asimismo el año 2 se observa que los ingresos aumentaran en un 19.07 %, con un incremento considerable de eficiencia en la producción de quesos, el cual llega al 39.79 %. En este año se procede a la liquidación del préstamo más el pago de los intereses generados, permitiéndole a la hacienda, aun bajo estas circunstancias tener una ganancia de US \$ 1.716,32. De igual forma en el año 3 los ingresos aumentaran en un 7.23 %, donde también los ingresos por la venta de madera finaliza. Ante este escenario se mantiene un índice de crecimiento de 16 % aprox. en la producción de queso, beneficiado por la implementación del proyecto. Este índice de crecimiento es sostenido en la proyección realizada por 5 años, pero siendo recomendable realizar una revaloración y análisis a partir de este año para determinar cambios y mejoras de ser el caso.

Tabla 5: Flujo de efectivo proyectado a 5 años

Ingresos	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo inicial	\$ -	\$ (16.712,5)	\$ (16.530,6)	\$ 1.716,3	\$ 23.938,1	\$ 37.213,8
Ventas queso	\$ -	\$ 16.072,0	\$ 22.467,1	\$ 26.165,8	\$ 30.451,7	\$ 35.384,8
Arriendo tierras	\$ -	\$ 14.400,0	\$ 14.400,0	\$ 13.680,0	\$ 13.248,0	\$ 12.960,0
Venta animales	\$ -	\$ 2.400,0	\$ 2.400,0	\$ 4.000,0	\$ 4.000,0	\$ 4.000,0
Venta de madera	\$ -	\$ 1.450,0	\$ 1.600,0	\$ -	\$ -	\$ -
Total ingresos	\$ -	\$ 17.609,6	\$ 24.336,5	\$ 45.562,1	\$ 71.637,8	\$ 89.558,6
Gastos						
Inversión proyecto	\$ 15.056,3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Compra ganado				\$ 2.400,0	\$ 3.200,0	\$ 4.000,0
Gastos familiares	\$ -				\$ 12.000,0	\$ 12.000,0
Gastos generales de hacienda		\$ 32.484,0	\$ 20.964,0	\$ 19.224,0	\$ 19.224,0	\$ 19.224,0
Intereses préstamo 1	\$ 1.656,2	\$ 1.656,2	\$ 1.656,2			
Total gastos	\$ 16.712,5	\$ 34.140,2	\$ 22.620,2	\$ 21.624,0	\$ 34.424,0	\$ 35.224,0
Diferencia f/e	\$ (16.712,5)	\$ (16.530,6)	\$ 1.716,3	\$ 23.938,1	\$ 37.213,8	\$ 54.334,6

3.3 Análisis del TIR y el VAN

Para evaluar la rentabilidad del proyecto, los indicadores que se analizaron fueron el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor actual neto), presentando valores de 41% y \$ 620.83 respectivamente, lo que indica que la implementación del proyecto es factible.

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. La aplicación de las cuatro leyes universales del pastoreo conducido por el humano permitirá obtener los máximos rendimiento de los pastos y asimismo en ganancia de peso y producción en leche, con bajo insumos externos. Sin embargo dependerá de la capacidad de los propietarios de poder convencerse que la aplicación de las tecnologías convencionales de producción a largo plazo no son rentables.
2. El PRV es la forma más moderna, eficiente y económica para la producción de leche y carne, que además es de bajo costo porque no depende de insumos externos, contribuye a la protección del medio ambiente y contribuye al bienestar animal.
3. Diseñar un apotreramiento bajo PRV y con sistema silvopastoril en la propiedad, los resultados parciales de productividad de acuerdo al análisis económico y financiero muestran resultados positivos de factibilidad, porque se logra incrementar la productividad por unidad de superficie.
4. El sistema de red hidráulica garantiza la salud animal, ya que al aplicar este método, las enfermedades de los bovinos se reducirán debido a que el agua que beberán no estará contaminada por sus pezuñas ni por sus desechos orgánicos, disminuyendo los gastos en medicina veterinaria.

4.2 Recomendaciones

1. Es importante tener la suficiente capacitación en PRV o de lo contrario, su manejo incorrecto no logrará los resultados de sostenibilidad animal esperados.
2. Para ejecutar un diseño de cercos eléctricos, es necesario conocer los planos de la propiedad para evitar realizar las divisiones de las parcelas al azar, puesto que esto implicaría errores permanentes de manejo en PRV.
3. En terrenos planos o con mínimas ondulaciones, conviene hacer potreros cuadrados y en terrenos con ondulaciones más pronunciadas, efectuar potreros rectangulares siguiendo el mismo sentido de la curva de nivel.
4. No es necesario aplicar una alta carga animal y/o intensidad de pastoreo, siendo el PRV guiado por leyes y principios bien fundamentados.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernandez, C. (2013). Pastoreo Racional Voisin. *Ganaderia*, 1.
- Godoy, H., & Revelo, F. (29 de 5 de 2011). *Agricultura y Ganaderia del Ecuador*. Recuperado el 15 de 9 de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/56603035/AGRICULTURA-Y-GANADERIA-DEL-ECUADOR>
- Melado, J. (7 de 7 de 2010). *pastoreo voisin y empastada ecológica - Fazenda Ecológica*. Recuperado el 1 de 9 de 2015
- Monteverde, S. (11 de 4 de 2013). *Fundamentos del Pastoreo Racional Voisin*. Recuperado el 20 de 8 de 2015, de <http://smonteverde.blogspot.com/2012/12/fundamentos-del-pastoreo-racional-voisin.html#cita-1>
- Mosquera, M., McAdam, J., & Rigueiro, A. (2004). *Silvopastoralismo y manejo sostenible*. Lugo, España: Unicopia-Lugo.
- Murillo, J. C. (23 de 6 de 1999). *Juan Carlos Murillo Flores.pdf*. Recuperado el 5 de 08 de 2015, de http://digeset.ucoi.mx/tesis_posgrado/Pdf/Juan%20Carlos%20Murillo%20Flores.pdf
- Paredes, G. A. (2 de 10 de 2015). *GPRSeptiembre-Ganaderja Sostenible.pdf*. Recuperado el 6 de 10 de 2015, de <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/pdfs/GPRSeptiembre-Ganader%C3%ADa%20Sostenible.pdf>

Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistema Silvopastoriles* (2 ed.). Turrialba, Costa Rica: Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ.

Pinheiro, L. C. (2004). *Pastoreo Racional Voisin. Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio* (1 ed.). Buenos Aires, Argentina: hemisferio sur.

Rodriguez, L. F. (13 de 10 de 2013). *INIAP ejecutará proyecto nacional de desarrollo ganadero*. Recuperado el 12 de 8 de 2015, de agronegocios: <http://agronegociosecuador.ning.com/page/iniap-ejecutara-proyecto>