Viabilidad técnica y financiera del cambio del sistema convencional al pastoreo rotacional intensivo del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, Danlí

Elisa Victoria Alonso Sánchez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Viabilidad técnica y financiera del cambio del sistema convencional al pastoreo rotacional intensivo del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, Danlí

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Administración de Agronegocios en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Elisa Victoria Alonso Sánchez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Viabilidad técnica y financiera del cambio del sistema convencional al pastoreo rotacional intensivo del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, Danlí

Elisa Victoria Alonso Sánchez

Resumen. El siguiente estudio se realizó en la hacienda Santa Elisa, Danlí, Honduras. Actualmente la hacienda cuenta con un sistema de producción de ganado lechero estabulado en época seca y semi estabulado en época lluviosa, denominado sistema convencional. Se realizó un estudio para comparar el sistema convencional con un sistema de pastoreo rotacional intensivo que incluye la inversión de implementación de un sistema de riego. Los objetivos del estudio fueron identificar cuál de los dos sistemas de producción de ganado lechero genera mayor utilidad. La creación de un modelo para realizar proyecciones de la evolución física del hato en periodos mensuales y por diez años, que permita integrar el área técnica con la financiera. La estimación del flujo de efectivo incremental del nuevo sistema utilizando los indicadores financieros los cuales presentaron los siguientes resultados: Valor Actual Neto (VAN) de 1, 330,857 HNL, Tasa Interna de Retorno (TIR) de 24%, Índice de Rentabilidad de 1.42 y un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 4.08 años. El sistema convencional durante los diez años de proyección tiene una utilidad neta después de impuesto promedio de 4.10 millones de HNL, mientras que el sistema de pastoreo rotacional intensivo durante los diez años de proyección tiene una utilidad neta después de impuesto promedio de 4.77 millones de HNL.

Palabras clave: Estado de resultados, flujo de efectivo incremental, IR, PRI, TIR, VAN.

Abstract. This study was made in "Hacienda Santa Elisa", Danlí, Honduras. Nowadays the farm has a milk production system based on stabled cattle in the dry season and semi stabled system in the rain season, known as conventional system. A study was made to compare the conventional system with an intensive rotational grazing system, which includes the investment in an irrigation system. The objectives of the study were to determine which of the two milk production systems generated the highest net income. The creation of a model to project the herd evolution in monthly periods for ten years had to be made. This model allowed to integrate the technical and financial areas. The incremental cash flow of the new system obtains a Net Present Value (NPV) of HNL 1,330,857, an Internal Rate of Return (IRR) of 24%, a Profitability Index of 1.42 and a payback period of 4.43 years. The conventional system in the ten years that was evaluated had an average net income of HNL 2.8 million. The new system in the ten years had an average net income of HNL 4.77 million.

Key words: Income statement, Incremental cash flow, IRR, NPV, payback period, profitability index.

CONTENIDO

Portadilla i
Página de firmas ii
Resumen iii
Contenido iv
Índice de cuadros, figuras y anexos v

1. INTRODUCCIÓN 1

2. METODOLOGÍA 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 8

4. CONCLUSIONES 22

5. RECOMENDACIONES 23

6. LITERATURA CITADA 24

7. ANEXOS 26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Parámetros técnicos de la hacienda Santa Elisa. 8
2. Proyección esperada de la evolución física del hato lechero de la hacienda Santa Elisa del año 2017 al 2026. 10
3. Cantidad total de fertilizantes utilizados para 55 ha en el sistema convencional y MIRG. 11
4. Cantidad utilizada de herbicidas en el sistema convencional y MIRG 11
5. Estructura anual de costos totales del sistema convencional y el sistema de pastoreo rotacional intensivo en miles. 12
6. Estructura anual de costos de alimentación del sistema convencional y el sistema de pastoreo rotacional 12
7. Costo anual de fertilización en el sistema MIRG. 13
8. Costo anual de aplicación de herbicidas en el sistema MIRG. 13
9. Costo anual de riego en el sistema MIRG. 14
10. Costo total de la oferta de silo al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG 14
11. Costo total de la oferta de concentrado al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG 15
12. Costo total de la oferta de sustituto de leche al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG y convencional. 16
13. Costo total de la oferta de sales minerales al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG 16
14. Descripción de mano de obra del sistema convencional y MIRG 16
15. Ingresos por venta de leche en el sistema Convencional y MIRG 17
16. Ingresos por venta de vaquillas alta genética, vacas descarte y vaquillas descarte en el sistema Convencional y MIRG 18
17. Supuestos financieros y técnicos del sistema convencional y MIRG. 18
18. Flujo de efectivo incremental para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL 20
19. Indicadores financieros del sistema MIRG. 21

Figuras Página

1. Comparación de oferta de pasto entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo 13
2. Comparación de oferta de ensilaje entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo. 14
3. Comparación de oferta de concentrado entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo..... 15

Anexos Página

1. Precipitación y temperatura mínima en la hacienda Santa Elisa del año 2015. 26
2. Descripción de costos de sanidad y reproducción de la hacienda Santa Elisa expresada en HNL. 26
3. Descripción de costos de mantenimiento de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL. 27
4. Descripción de costos de transporte de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL. 27
5. Descripción de costos de suministros de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL. 28
6. Descripción de costos de servicios de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL. 28
7. Descripción de gastos financieros de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL 28
8. Datos de producción promedio diario de leche por vaca de los últimos años..... 29
9. Estado de resultado del sistema convencional expresado en millones de HNL..... 30
10. Estado de resultado del sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL. 30
11. Utilidad incremental expresada en millones de HNL..... 30
12. Flujo de efectivo libre para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL..... 31
13. Indicadores financieros del flujo de efectivo libre para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL..... 31
14. Análisis de sensibilidad de precio y costo utilizando el flujo de caja libre. 32
15. Análisis de sensibilidad de precio y producción utilizando el flujo de caja libre. . 32
16. Análisis de sensibilidad de producción y costo utilizando el flujo de caja libre.... 33

1. INTRODUCCIÓN

La hacienda Santa Elisa se encuentra ubicada en el municipio de Danlí, en el departamento de El Paraíso, Honduras. Cuenta con una precipitación anual promedio de 1200 mm y una temperatura promedio de 25 ºC. La hacienda tiene como una de sus actividades económicas, la producción de leche bajo el sistema convencional. Este sistema se divide en dos etapas, la primera etapa consiste en que el ganado lechero está totalmente estabulado, es decir, la alimentación que recibe es de concentrado, ensilaje y heno. Esta alimentación se da por seis meses, del 15 de noviembre al 15 de mayo. La segunda etapa se rige bajo el sistema semi estabulado, que se da entre el 15 de mayo al 15 de noviembre, donde la alimentación del ganado es por pastoreo, ensilaje y concentrado.

Actualmente en la industria láctea, la balanza comercial hondureña presenta un déficit de 25 millones USD (SAG 2016), siendo en el 2011, en Honduras el consumo per cápita de 120 litros de leche anuales, con tendencias al alza (CDPC 2013). Honduras requiere importar leche para poder suplir el mercado interno. El sector de lácteos se encuentra estancado debido a los altos costos de operación para los productores (CDPC 2013). La hacienda Santa Elisa, por tal motivo, quiere buscar una alternativa que logre disminuir sus costos de producción de leche y aumentar sus utilidades.

La producción de leche generada por el ganado vacuno puede regirse bajo tres sistemas de producción: estabulado, semi-estabulado y pastoreo. El sistema de estabulación consiste en mantener el ganado vacuno en corrales los 365 días del año, con una alimentación balanceada en base a concentrados y forrajes conservados como el ensilaje. El sistema semi-estabulado consiste en que el ganado durante la mayor parte del día, 19 horas, se encuentra en pastoreo y la otra parte del día, cinco horas, se encuentra en corrales con una alimentación suplementaria en base a concentrado y forrajes conservados, sin embargo la pastura provee la principal fuente de forrajes. En contraste, el sistema de pastoreo consiste en que el ganado se encuentra todo el año en pasturas, siendo el pasto su única fuente de alimentación con excepción de las sales minerales que están presentes en los tres sistemas mencionados. En zonas tropicales, los productores de leche cuentan con un sistema estabulado, en época seca, combinado con el sistema semi-estabulado, en época lluviosa (Arronis 2004).

El sistema de pastoreo se enfoca a una tecnología moderna brindando un sistema con mayor carga animal y sostenible (Mármol 2006). Para lograr una alta carga animal se ofrece un nuevo sistema de pastoreo, llamado sistema de pastoreo rotacional intensivo, que consiste en brindar al ganado bovino una suplementación estrategia para cubrir la deficiencia de nutrientes brindado por el pasto (Undersander et al. 2002). Al cubrir todos los requerimientos nutricionales, el ganado puede expresar su potencial genético en la producción de leche. Las pasturas de las zonas tropicales de América Latina pueden suministrar hasta el 90% de los nutrientes requerido por los rumiantes. El 10% restante de los nutrientes representa deficiencia de energía, proteína y minerales (MAG 1993).

Para lograr que el pastoreo rotacional intensivo sea eficiente, se requiere de un manejo adecuado de pasturas, realizando actividades como la fertilización de pasto y un óptimo manejo de suelos. (Matamoros y David 2016) . La carga animal en los sistemas de pastoreo rotacional intensivo pueden llegar a ser hasta de 14 unidades animales/ha y la producción de leche puede ser de 16 L/vaca /día en la raza Jersey (Mitre 2015)

Los costos, cuando las pasturas son la fuente principal de alimentación, puede representar del 42% al 60% de los ingresos brutos. Un forraje que cuente con un valor nutricional alto en energía, proteína y minerales, ayuda a que el costo de suplementación se disminuya, siendo esta una relación inversamente proporcional. Esto se origina a mayor nutriente y materia seca que proporcionan las pasturas, menor va a ser la utilización de suplementos. (Matamoros y David 2016)

El objetivo principal del presente estudio fue: Determinar el sistema de producción que debe seguir la hacienda Santa Elisa para obtener mayores utilidades en la producción de leche.

Los objetivos específicos fueron:

- Crear un modelo para realizar proyecciones de la evolución física del hato en periodos mensuales, por diez años, que permita integrar el área técnica con la financiera, para evaluar los dos sistemas de producción lechera.

- Determinar cuál de los dos sistemas de producción de ganado lechero (convencional y de pastoreo rotacional intensivo) genera mayor utilidad neta después de impuestos.

- Estimar la rentabilidad de implementación de un sistema de riego en el sistema de pastoreo rotacional intensivo utilizando los indicadores financieros del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Índice de Rentabilidad y Periodo de Recuperación de la inversión (PRI).

2. METODOLOGÍA

Para evaluar la viabilidad técnica y financiera del cambio del sistema convencional al pastoreo rotacional intensivo del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, se realizó un estudio técnico y financiero. El estudio técnico incluye la descripción del sistema convencional y el sistema de pastoreo rotacional intensivo, evolución del hato lechero, producción de leche y las generalidades de producción del pasto Guinea cv. Tobiatá. El estudio financiero incluye la determinación de los costos de producción, los ingresos generados por el hato lechero, la realización del estado de resultado para cada uno de los sistemas evaluados, el flujo de efectivo incremental para el sistema propuesto (pastoreo rotacional intensivo), indicadores financieros y el análisis de sensibilidad utilizando la matriz GATOF.

Estudio técnico.

Sistemas:

- **Convencional:** Es el sistema que se maneja en la actualidad en la hacienda Santa Elisa. Corresponde a un sistema de estabulación y semi-estabulado. Este sistema de producción se divide en dos etapas, la primera etapa consiste en que el ganado lechero está totalmente estabulado, es decir, la alimentación que recibe es 100% concentrado y ensilaje. Esta alimentación se da por seis meses (15 de noviembre al 15 de mayo). La segunda etapa, se rige por el sistema semi estabulado, que corresponde del 15 de mayo al 15 de noviembre. La alimentación del ganado será por pastoreo, ensilaje y concentrado.

- **Pastoreo rotacional intensivo (MIRG):** Es la propuesta del nuevo sistema de producción. El sistema MIRG, consiste en que la alimentación del ganado durante los 365 días del año es por pastoreo más suplementación estratégica. Este escenario se dividirá en cuatro etapas, cada uno con aproximadamente 90 días. Esta división se realizara con el objetivo de determinar la cantidad de consumo de pasturas (consumo de materia seca y nutrientes ofrecidos) y poder elaborar la dieta adecuada (oferta de suplementos y ensilaje).

Evolución física del hato lechero: Es la proyección del inventario del ganado bovino con el que contará el hato lechero en un determinado tiempo. Para realizar estas proyecciones se tiene que tomar en cuenta parámetros técnicos como: el intervalo entre partos, edad al primer parto, porcentaje de vacas lactantes y secas, periodo de lactancia, tasa de mortalidad y tasa de descarte. La hoja de evolución física del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, se diseñó utilizando el programa Excel. Con la herramienta desarrollada se elaboró una proyección a diez años (2017-2026).

El inventario inicial con el que se empezó la proyección se tomó de los datos del VAMPP BOVINO de julio del 2016, se proyectó hasta diciembre del mismo año y se tomaron esos resultados como inventario inicial del 2017. Las variables y parámetros medidos fueron:

- **Intervalo entre partos:** Esta variable es un valor que indica el tiempo de transcurso entre dos partos sucesivos de una misma vaca. Se considera que es un punto crítico, debido a que menor sean los días entre partos, mayor la cantidad de días de lactancia que habrá por vaca y existirá una mayor reproducción.

- **Edad a primer parto:** Esta variable indica la cantidad de días que transcurre desde el nacimiento de la ternera hasta el día en que tendrá a su primera cría. Es considerado otro punto crítico porque desde que la vaquilla tiene a su primera cría pasa a ser vaca y comienza su etapa productiva.

- **Porcentaje de vacas lactantes:** Esta variable indica que porcentaje de las vacas del hato en total se encuentran en la etapa de lactancia en etapa de producción de leche.

- **Porcentaje de vacas secas:** Esta variable indica que porcentaje de las vacas del hato en total se encuentra en la etapa seca, es decir, que no tiene producción de leche.

- **Periodo de lactancia:** Es el intervalo de días que transcurre entre el día de parición de la vaca hasta el día en que llega al periodo de secado.

- **Mortalidad en reemplazos menores de 2 meses y mayores de 2 meses:** Esta variable indica la tasa de mortalidad que se da en terneras y vaquillas. Este parámetro es considerado otro punto crítico, debido a que los reemplazos en un futuro serán las vacas de producción de leche del hato.

- **Tasa de mortalidad en vacas:** Es el porcentaje de vacas que mueren del total de vacas adultas que se encuentran en el hato. Los factores que afectan generalmente esta variable son los accidentes, enfermedades y los desórdenes metabólicos.

- **Tasa de descarte voluntario en vacas y vaquillas:** Hace referencia a las vacas y vaquillas que serán separadas del hato lechero, por motivos de baja producción, por baja reproducción, por tener problemas de fertilidad y por enfermedad. El descarte se realiza para conservar las mejores vacas y vaquillas y obtener un mejor avance genético.

- **Porcentaje de parición de vacas y vaquillas:** Esta variable indica la tasa de partos que tienen las vacas y vaquillas. De esta manera se podrá calcular la cantidad de crías que va a tener el hato.

Producción de pasto: Para la producción de pasto se determinó el riego requerido, la fertilización y aplicación de herbicidas.

Estudio financiero.

Costos: Son los gastos por lo que se incurre para la producción de leche, dentro de ellos se encuentran los costos de:

- **Alimentación:** Se determinó el consumo de alimento total del hato lechero y en base a eso se calculó el costo de alimentación. La oferta de alimento en los diferentes sistemas de producción varía entre silo, pastos y concentrado.

- **Mano de obra:** Este costo representa el salario ordinario y extraordinario mensual que se le brinda a los trabajadores de la hacienda Santa Elisa. También se está incluyendo un beneficio económico**.**

- **Reproducción:** Representa el costo de preñar una vaca por el método de inseminación artificial.

- **Sanidad:** Para los costos de sanidad se determinó el costo de los desparasitantes, vacunas y antibióticos utilizados en el hato.

- **Servicios:** Los costos de servicios incluyen el costo de internet, telefonía, seguro médico, análisis de laboratorio, alquiler de maquinaria agrícola, electricidad y agua utilizada en el hato lechero de la hacienda Santa Elisa.

- **Mantenimiento:** El costo de mantenimiento incluye el manteamiento de las estructuras, vehículos y maquinaria utilizada.

- **Suministros:** Para calcular estos costos se incluyó el costo de herramientas menores, material de oficina, uniformes para los trabajadores y material de limpieza.

- **Transporte:** Este costo se calculó midiendo la gasolina utilizada por los vehículos del hato lechero y se multiplicó por el precio del mismo.

- **Gastos financieros:** Los gastos financieros se determinó por el costo de acarreo, fletes, seguro vehicular y gastos de arrendamiento.

Ingresos: El ingreso principal con el que se realizará el flujo de caja, es la venta de leche. Como ingresos extraordinarios se considerará la venta de vacas descarte, vaquillas descarte y vaquillas como genética.

Inversión: La hacienda Santa Elisa incurriría a un costo de inversión de la implementación de riego para poder cambiarse del sistema convencional al sistema de producción de pastoreo rotacional intensivo.

Estado de resultado: Se desarrolló el estado de resultados del sistema convencional y el de pastoreo rotacional intensivo, para determinar la utilidad neta después de impuestos.

Flujo de efectivo incremental: Este tipo de flujo de caja es una técnica para medir el retorno de una inversión realizada, para mejorar procesos en un proyecto ya existente. Para desarrollar el flujo de efectivo incremental, utiliza como utilidad neta la diferencia de beneficios entre antes de realizar la inversión y después de realizar la inversión.

Indicadores financieros.

- **Valor Actual Neto (VAN):** Este procedimiento permite calcular el valor presente de los flujos de caja futuros que se originan de una misma inversión, es decir, es el valor monetario que se determina a través de los flujos efectivo menos la inversión inicial (Canales 2015). La fórmula para determinar este valor es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^{N} \frac{FC_n}{(1+r)^n} \qquad [1]$$

Dónde:

I= Inversión inicial de la implementación de riego (2. 56 millones de HNL)
N= Número de periodos a evaluar (10 años)
n= Tiempo (un año)
FC= Flujo de caja
r= Tasa de corte

- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Es la tasa de descuento de mayor interés que la hacienda puede pagar sin generar pérdidas, es decir que iguala al Valor Actual Neto a cero (Canales 2015). La fórmula para determina este valor es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^{N} \frac{FC_n}{(1+r)^n} = 0 \qquad [2]$$

Dónde:

I= Inversión inicial de la implementación de riego (2. 56 millones de HNL)
N= Número de periodos a evaluar (10 años)
n= Tiempo (un año)
FC= Flujo de caja
r= TIR
Para obtener el resultado de la TIR, se despeja para r.

• **Índice de Rentabilidad (IR):** Es la razón del valor presente de los flujos de efectivo entre la inversión inicial (Andrei 2012). La fórmula para determina este valor es:

$$IR = \frac{\sum_{n=1}^{N} \frac{FC_n}{(1+r)^n}}{I_0} \qquad [3]$$

Donde:

I= Inversión inicial de la implementación de riego (2. 56 millones de HNL)
N= Número de periodos a evaluar (10 años)
n= Tiempo (un año)
FC= Flujo de caja
r= Tasa de corte

• **Periodo de Recuperación de la inversión (PRI):** Es el tiempo que tiene que transcurrir para recuperar la inversión inicial realizada, tomando en cuenta que este indicador no considera el valor del dinero a través del tiempo (Ucañán 2015). La fórmula para determina este valor es:

$$PRI = (T\text{-}1) + \frac{\sum_{i=1}^{T} FC_i}{FC_T} \qquad [4]$$

Donde:

T= Es el número de periodos necesarios para cubrir en su totalidad la inversión inicial.
I= Inversión inicial
FC_i= Flujo de efectivo en el período i
FC_T = Flujo de efectivo en el período T

Análisis de sensibilidad: Para este análisis se utilizó la matriz de análisis de sensibilidad GATOF, en la cual se toman en cuenta dos variables que afecten directamente al indicador financiero del VAN. Para el presente estudio se realizó dos escenarios. El primer escenario tomó como variables la producción de leche y el precio. El segundo escenario tomó como variables el costo de producción y el precio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio técnico. El hato lechero de la hacienda Santa Elisa está compuesto por las razas Holstein, Pardo Suizo, Jersey y sus cruzamientos. Estas razas son consideradas de ganado lechero especializado por su alta producción de leche. Actualmente (julio del 2016), la hacienda cuenta con 294 vacas en producción, 28 vacas secas y 253 reemplazos (terneras y vaquillas). Los terneros, para el presente estudio, fueron sacrificados desde su nacimiento.

Para el estudio técnico se evaluaron los parámetros técnicos y se realizó la evolución física del hato lechero. Los datos obtenidos serán utilizados tanto para el sistema convencional como el de pastoreo rotacional intensivo. También se determinó la producción de leche; sin embargo, este dato será diferente en cada uno de los sistemas.

Parámetros técnicos: Los parámetros técnicos que se utilizaron para realizar la evolución física del hato lechero de la hacienda Santa Elisa, se calcularon mediante el promedio de los valores históricos del 2013 al 2016 obtenidos mediante el software VAMPP BOVINO® (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros técnicos de la hacienda Santa Elisa.

Parámetros	Indicadores
Intervalo entre partos (días)	420
Edad a primer parto (meses)	27
Vacas lactantes (%)	85
Vacas secas (%)	15
Tasa de mortalidad en reemplazos < 2 meses (%)	20
Tasa de mortalidad en reemplazos > 2 meses (%)	2
Tasa de mortalidad en vacas (%)	5
Tasa de descarte voluntario de vaquillas (%)	12
Tasa de descarte voluntario en vacas (%)	15
Tasa de infertilidad de las vaquillas (%)	3
Tasa de parición (%)	87
Natalidad de hembras en vaquillas (%)	60
Natalidad de hembras en vacas (%)	50

- **Intervalo entre partos:** El hato lechero de la hacienda Santa Elisa cuenta con un intervalo entre partos de 420 días, siendo este un indicador bueno. Lo óptimo es de 380 a 395 días y sí el intervalo entre partos es mayor a 456 días, se considera que es un problema, debido a que afecta directamente en la producción total de leche por vaca (Morales et al. 2016).

- **Edad a primer parto (EPP):** La EPP en la hacienda Santa Elisa fue de 27 meses, considerándose una variable buena, pero que aún se puede mejorar. Lo óptimo es alcanzar una EPP de 23 a 25 meses (Salazar et al. 2013). Se considera un hato en problemas cuando la EPP es mayor a 36 meses. (Morales et al. 2016)

- **Porcentaje de vacas lactantes y secas:** En el hato lechero de la hacienda Santa Elisa, el 85% de las vacas en producción son vacas lactantes y el 15% restante son vacas secas. Este indicador se encuentra dentro de los parámetros de una finca de producción láctea eficiente. Para que una finca se considere eficiente, los parámetros lecheros deben oscilar para vacas en producción entre 80 – 85% de vacas lactantes y el 15 – 20% restantes son vacas secas (UGRJ 2016).

- **Mortalidad en reemplazos menores de 2 meses y mayores de 2 meses:** La tasa de mortalidad de los remplazos menores de 2 meses es de 20% y la de mayores a 2 meses es de 2%.

- **Tasa de mortalidad en vacas:** La tasa de mortalidad de las vacas adultas es de 5%.

- **Tasa de descarte voluntario en vacas y vaquillas:** la tasa de descarte voluntario en vacas es de 15% y la de vaquillas es de 12%

- **Tasa de infertilidad de vaquillas:** las vaquillas del hato lechero contaron con una tasa de infertilidad de 3%.

- **Tasa de parición:** El hato contó con una tasa de parición de 87%, es decir, el 87% de las vacas en producción quedaran preñadas anualmente.

- **Natalidad de hembras en vaquillas y vacas:** La tasa de natalidad de hembras en vaquillas dentro del hato es de 60%, es decir, que el 60% de los nacimientos de terneros serán hembras. La tasa de natalidad de hembras en las vacas es de un 50%.

Evolución física del hato lechero: Con los resultados de los parámetros técnicos de la hacienda Santa Elisa (cuadro 1), se realizó la evolución física del hato lechero para diez años. Sé determinó diez años para poder realizar el flujo de caja y estado de resultado de los sistemas de producción evaluados. Para mantener la misma cantidad de vacas en producción de leche (300 vacas) a través de los años, se vendieron vaquillas como genética, de esa forma también se controló el aumento de animales en el hato (Cuadro 2).

Cuadro 2. Proyección esperada de la evolución física del hato lechero de la hacienda Santa Elisa del año 2017 al 2026.

Categoría del Ganado	Año									
	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**
Vacas lactantes	298	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Vacas secas	39	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Remplazos	277	291	284	279	279	276	277	277	276	277
Venta de vaquillas	33	56	74	71	68	69	66	67	68	66
Total del Ganado	**629**	**644**	**637**	**632**	**632**	**629**	**630**	**630**	**629**	**630**

Producción de leche.

- **Sistema convencional:** El promedio de producción de leche se obtuvo de los datos históricos mediante el software VAMPP BOVINO (2015-2016). La producción promedio de leche al día por vaca lactante fue de 18.2 L**.**

- **Sistema de pastoreo rotacional intensivo:** El promedio de producción de leche estimada fue de 16.2 L por vaca lactante al día. Este resultado se obtuvo mediante la resta de dos litros de leche a la de producción promedio diaria del sistema convencional. Esta resta se debe a que la vaca en el sistema de pastoreo rotacional intensivo invierte energía caminando desde su punto de pastoreo a la sala de ordeño y también invierte energía por comer pasto (Eastridge 2002). Las fórmulas que se utilizaron fueron:

Ajustes por caminata= (0.00045 Mcal/Peso Vivo en kg)/ km recorridos [5]

Ajustes por aprehensión de pasto = 0.0012 Mcal/Peso Vivo en kg [6]

Producción de Pasto: La producción mensual por hectárea estimada del pasto Tobiatá fue de 13 toneladas de materia fresca (Vila 2000).

- **Riego:** El requerimiento hídrico del pasto Tobiatá es de 150 mm/ mes (Plaza 2001). Se determinó que por la falta de precipitación, el riego se realizaría en los meses de febrero, marzo y abril (Anexo 1), por medio de un avance frontal. La oferta de agua será de 120 mm al mes, distribuidos por tres riegos por semana.

- **Fertilización:** La hacienda Santa Elisa cuenta con un programa de fertilización para la producción de seis meses del pasto Tobiatá. En el sistema MIRG, se estimó un programa de fertilización para 12 meses (Cuadro 3)

Cuadro 3. Cantidad total de fertilizantes utilizados para 55 ha en el sistema convencional y MIRG.

Fertilizantes	Sistema convencional (qq/ha)	Sistema MIRG (qq/ha)
Urea	4.88	9.75
18-46-0	0.75	1.50
KCl	1.13	2.25
Sulpomag	1.20	2.40

- **Aplicación de herbicidas:** El programa de aplicación de herbicidas de la hacienda Santa Elisa para el sistema convencional es para seis meses. Para el sistema MIRG se estimó un programa de aplicación de herbicidas para 12 meses (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad utilizada de herbicidas en el sistema convencional y MIRG

Herbicidas	Área (ha)	Sistema convencional (L/ha)	Sistema MIRG (L/ha)
Tordon	55.0	6.25	12.50
2-4D	27.5	5.00	10.00
Glifosato	10.0	3.75	7.50

Estudio financiero.

Costos: Para estimar los costos del sistema de pastoreo rotacional intensivo, los costos se dividieron en costos diferenciados y costos iguales, comparado al sistema convencional (Cuadro 5). Los costos diferenciados fueron el costo de alimentación y mano de obra. El costo de alimentación varia debido a que en el sistema de pastoreo rotacional intensivo la fuente principal de alimentación es de pasto y en el sistema convencional es el ensilaje. El costo de mano de obra varia de un sistema a otro debido a que en el sistema de pastoreo rotacional intensivo requiere 20% más en mano de obra (Martínez 2007). Los costos de reproducción, sanidad, mantenimiento, transporte, suministros, servicios, gastos financieros e imprevistos se mantuvieron iguales para ambos sistemas porque no existe diferencia significativa entre un sistema y otro (Martínez 2007).

Cuadro 5. Estructura anual de costos totales del sistema convencional y el sistema de pastoreo rotacional intensivo en miles.

Estructura de costos	Sistema Convencional (HNL)	Sistema de pastoreo rotacional intensivo (HNL)
Alimentación	16,014,242.27	12,451,855.78
Mano de obra	1,180,520.00	1,416,624.00
Reproducción y sanidad	995,886.44	995,886.44
Mantenimiento	613,549.00	613,549.00
Transporte	483,892.00	483,892.00
Suministro	347,333.72	347,333.72
Servicios	314,884.00	314,884.00
Gastos financieros	20,050.61	20,050.61
Otros/imprevistos	41,750.00	41,750.00
Total	**20,012,108.04**	**16,685,825.54**

Alimentación: La alimentación brindada al ganado bovino, está compuesta por forrajes (pasto, ensilaje y heno), concentrado, sustituto de leche para los terneros y sales minerales. En cada uno de los sistemas lo costos por alimentación difieren entre sí, debido a que la oferta de ensilaje, pasto y concentrado varía de acuerdo al sistema de producción utilizada (cuadro 6).

Cuadro 6. Estructura anual de costos de alimentación del sistema convencional y el sistema de pastoreo rotacional

Alimento	Sistema convencional (HNL)	Sistema MIRG (HNL)
Ensilaje	4,195,532.23	1,482,566.00
Pasto	604,811.83	1,059,684.58
Concentrado	10,376,600.00	9,472,528.00
Heno	400,220.97	-
Sustituto de leche	258,543.86	258,543.86
Sales minerales	178,533.34	178,533.34
Total	**16,014,242.23**	**12,451,855.78**

Pasto: En el sistema convencional la oferta de pasto diario para las vacas lactantes y secas fue de 15 kg de MF/vaca, y para el de reemplazo fue de 8 kg de MF/vaca (Figura 1). Estos valores fueron tomados de los registros históricos que tiene la hacienda Santa Elisa. El costo total de la oferta de pasto fue de 604,811.83 HNL.

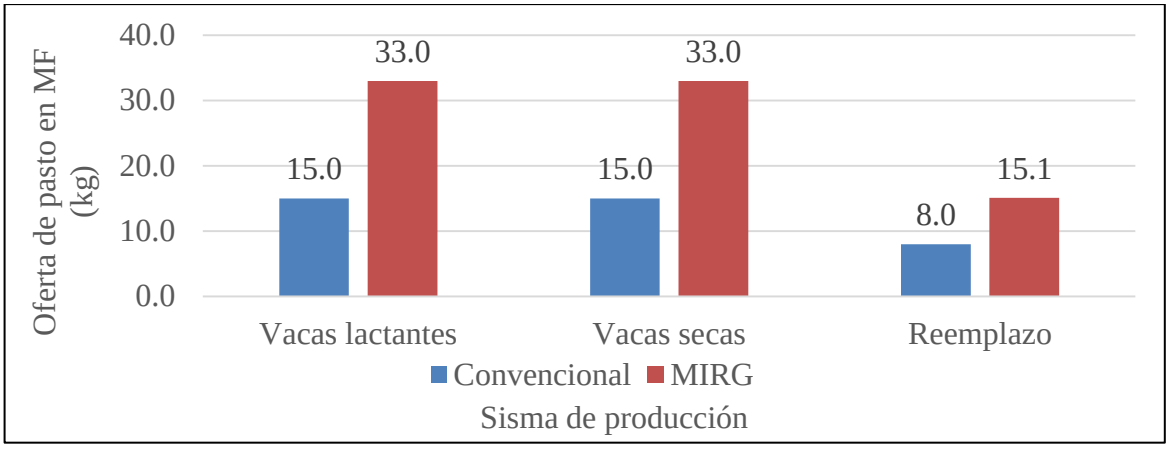


Figura 1. Comparación de oferta de pasto entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo

En el sistema MIRG la oferta estimada de pasto diario para las vacas lactantes y secas fue de 33 kg de MF/vaca y para el de reemplazo fue de 15.1 kg de MF/reemplazo (Figura 1). La oferta de pastura fue determinada según la productividad del pasto Guinea. El rendimiento promedio del pasto Guinea, siendo regado y fertilizado, fue de 13 toneladas de MF/ha/mes (Vila 2000). El costo total en el año de la oferta de pasturas fue de 1,059,885.44 HNL. Este costo incluye el costo de riego, fertilización y aplicación de herbicidas (Cuadro 7, 8, 9)

Cuadro 7. Costo anual de fertilización en el sistema MIRG.

Fertilizantes	**Precio/qq (HNL)**	**Cantidad (qq)**	**Costo total (HNL)**
Urea	450	9.75	241,312.50
18-46-0	620	1.50	51,150.00
KCl	500	2.25	61,875.00
Sulpomag	521	2.40	66,660.00
Total			**420,997.50**

Cuadro 8. Costo anual de aplicación de herbicidas en el sistema MIRG.

Herbicidas	**Área (ha)**	**Precio/L (HNL)**	**Cantidad (L)**	**Costo total (HNL)**
Tordon	55.0	250	10.25	171,875.00
2-4D	27.5	120	10	33,000.00
Glifosato	10.0	120	7.5	9,000.00
Total				**213,875.00**

Cuadro 9. Costo anual de riego en el sistema MIRG.

Área de riego (ha)	Costo/mes/ha (HNL)	Meses regados	Costo total (HNL)
55	2,575.84	3	**425,012.94**

Ensilaje: La oferta diaria de ensilaje en el sistema convencional para vacas lactantes y vacas secas fue de 23 kg de MF/vaca y para el de reemplazo fue de 11.5 kg de MF/vaca (Figura 2). Estos valores fueron tomados de los registros históricos que tiene la hacienda Santa Elisa. El costo total de la oferta de ensilaje fue de 4, 195,532.23 HNL.

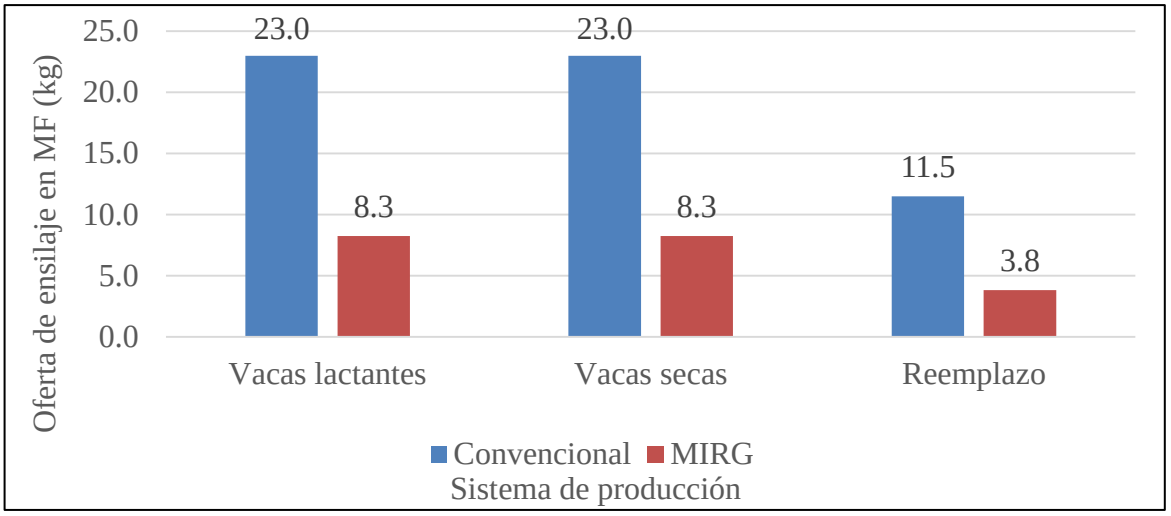


Figura 2. Comparación de oferta de ensilaje entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo.

La oferta estimada diaria de ensilaje en el sistema MIRG para vacas lactantes y vacas secas fue de 8.3 kg de MF/vaca y para el de reemplazo fue de 3.8 kg de MF/reemplazo (Figura 2). El ensilaje ofertado en este sistema es el complemento del pasto brindado al ganado, tomando en cuenta que el ganado debe de recibir en forrajes 1.8% de su peso vivo. El costo total de la oferta de ensilaje fue de 1, 482,566 HNL (Cuadro 10).

Cuadro 10. Costo total de la oferta de silo al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG

Categoría	Cantidad de animales	Alimentación diaria (kg)	Precio/kg (HNL)	Costo total (HNL)
Lactantes	297	8.3	1.05	944,750.00
Secas	40	8.3	1.05	127,239.00
Reemplazo	278	3.83	1.05	408,062.00
Total				**1, 482,566.00**

• **Concentrado:** La oferta de concentrado para las vacas lactantes depende de la producción de leche; por litro de leche producida, la vaca recibe 0.41kg de concentrado. En el sistema convencional la oferta diaria de concentrado fue de 7.5 kg /vaca, ya que la producción diaria promedio de leche por vaca fue de 18.2L. En el sistema MIRG la oferta diaria estimada de concentrado fue de 6.7 kg/vaca ya que la producción diaria promedio de leche por vaca fue de 16.2L (Figura 3).

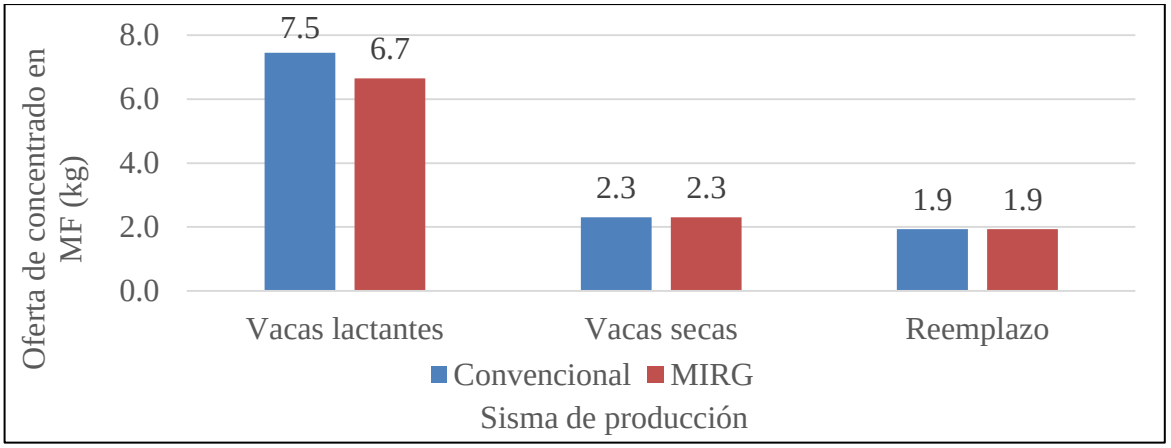


Figura 3. Comparación de oferta de concentrado entre el sistema convencional y el sistema MIRG para las vacas lactantes, vacas secas y reemplazo.

El concentrado diario ofertado a las vacas secas fue de 2.2kg/vaca y para el ganado de reemplazo fue de 1.9 kg/vaca, para ambos sistemas. La disminución de concentrado comparado a la oferta brindada a las vacas lactantes, es debido a que tanto vacas secas como el ganado de reemplazo no tienen producción de leche y el concentrado que se les brinda es netamente para cubrir las necesidades nutricionales.
El costo total de oferta de concentrado en el sistema convencional fue de 10, 376,600 HNL. En el sistema MIRG fue de 9, 472,528.00 HNL (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costo total de la oferta de concentrado al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG

Categoría	Cantidad de animales	Consumo diario	Precio/kg	Costo total (HNL)
Lactantes	297	6.70	10.1	7, 335,766.35
Secas	40	2.30	9.4	316,323.60
Reemplazo	278	1.93	9.3	1, 821,420.97
Total				**9, 472,528.00**

Heno: La oferta de heno solo está incluido para las vacas lactantes y secas del sistema convencional. El costo total del heno fue 400,220.97 HNL. En el sistema propuesto, que es el MIRG, no se ha considerado parte de la dieta.

Sustituto de leche: El ganado de reemplazo recibe, en ambos sistemas, sustituto de leche para las terneras. Las terneras reciben diariamente 0.45kg. El costo total fue de 258543.9 HNL (Cuadro 12).

Cuadro 12. Costo total de la oferta de sustituto de leche al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG y convencional.

Consumo diario (kg)	**Precio/kg**	**# terneras**	**Costo total (HNL)**
0.454545	54.89	28.39	**258,543.86**

Sales minerales: Dentro de la alimentación también está considerado la oferta de sales minerales. La cantidad ofertada de sales minerales es la misma para ambos sistemas. Para vacas lactantes y secas se les ofertó diariamente 2.64kg y los de reemplazo reciben 1.2 kg (Cuadro 13).

Cuadro 13. Costo total de la oferta de sales minerales al hato lechero de la hacienda Santa Elisa bajo el sistema MIRG

Categoría	Cantidad de animales	Consumo diario(kg)	Precio/kg	Costo total (HNL)
Lactantes	297	0.26	4	114,475.68
Secas	40	0.26	4	15,417.60
Reemplazo	278	0.12	4	48,705.60
Total				**178,533.34**

Mano de obra: El costo de mano de obra en el sistema convencional fue de 1, 180,520 HNL al año. En el sistema MIRG, el costo estimado fue de 1, 416,624 HNL/año. Este incremento se debe a que en el sistema MIRG se requiere dos trabajadores más, una en el área de cercas y potrero (Cuadro 14).

Cuadro 14. Descripción de mano de obra del sistema convencional y MIRG

Cargo	**Sector de trabajo**	**Sistema Convencional (Personas)**	**Sistema MIRG (Personas)**
Administrador	Todo el hato	1	1
Amamantador	Reemplazo	1	1
Celador/vaquero	Vacas secas y vaquillas	1	2
Jefe de Establo	Todo el hato	1	1
Mantenimiento	Todo el hato	2	3
Mayordomo	Reemplazo	1	1
Ordeñadores	Vacas lactantes	3	3
Veterinario	Todo el hato	1	1
Total mano de obra		**11**	**13**

Los costos que se mantuvieron iguales tanto para el sistema convencional y MIRG, se obtuvieron del registro administrativo con el que cuenta la hacienda Santa Elisa.

Reproducción y sanidad: El costo total de sanidad fue de 403,200.00 HNL. Estos costos incluye el costo de vacunas, vitaminas, antibióticos y desparasitantes. El costo de reproducción fue de 592,686.44 HNL. Estos costos incluyen los costos de las pajillas utilizadas para inseminación, el nitrógeno que conserva las pajillas, mangas de palpación, guantes de látex y otros accesorios. (Anexo 2).

Mantenimiento: El costo total de mantenimiento fue de 613,549.00 HNL. Estos costos se dividen en mantenimiento de edificios, vehículos, sala y equipo de ordeño, maquinaria agrícola, instalaciones, calles, cercas y potreros (Anexo 3).

Transporte: El costo total de transporte fue de 483,892.00 HNL. Estos costos incluyen la gasolina y lubricantes utilizados por los vehículos y maquinaria agrícola. La cantidad de gasolina que utilizaron fue de 5040 galones (Anexo 4).

Suministros: El costo total de suministros fue de 347,333.72 HNL. Estos costos incluyen accesorios para limpieza, material de oficina, botiquín, uniformes e implementos para los trabajadores y herramientas e implementos menores (Anexo 5).

Servicios: El costo total de los servicios fue de 314,884.00 HNL. Estos costos incluyen los servicios de revisión técnica de los vehículos, seguro médico, análisis de pasto, internet, telefonía, agua, electricidad y servicios de maquinaria agrícola (Anexo 6).

Gastos financieros: El gasto financiero total fue de 20,050.61 HNL. Los gastos que se consideraron fue el de flete y acarreo de colocho, seguros y fianzas vehiculares y arrendamiento de vehículo. (Anexo 7).

Ingresos: Los ingresos se dividieron en dos categorías, ingreso ordinario e ingresos extraordinarios. El ingreso ordinario son los ingresos generados por la venta de leche y los ingresos extraordinarios es por la venta de ganado.

Los ingresos por la venta de leche, fue diferente entre ambos sistemas debido a que la producción promedio de leche/vaca/día varía entre un sistema u otro. El sistema convencional tiene una producción promedio de 18.2 L/vaca/día y el sistema MIRG tiene una producción de 16.2 L/vaca/día. La cantidad de vacas lactantes es la misma para ambos sistemas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Ingresos por venta de leche en el sistema Convencional y MIRG

Tipo de sistema	Precio (HNL)	Vacas lactantes	Producción de leche total/año	Ingresos totales (HNL)/ año
Convencional	11.28	298	1,980,481.52	**22,339,831.60**
MIRG	11.28	298	1,763,521.70	**19,892,524.79**

Los ingresos extraordinarios para ambos sistemas fueron los mismos debido a que la evolución física del hato lechero fue igual para el sistema convencional como el sistema MIRG. Estos ingresos son generados por la venta de vaquillas de alta genética (vaquillas que no presentan deficiencia reproductiva), vacas descarte y vaquillas descarte (Cuadro 16).

Cuadro 16. Ingresos por venta de vaquillas alta genética, vacas descarte y vaquillas descarte en el sistema Convencional y MIRG

Categoría de venta	**Precio (HNL)**	**Ingresos (HNL)**
Vaquillas alta genética	46,100.00	1,521,300.00
Vacas descarte	11,400.00	512,243.87
Vaquillas descarte	8,000.00	110,601.96
Total de ingresos (HNL)		**2,144,145.83**

Inversión: Para el sistema MIRG se presupuestó la inversión de implementación del sistema de riego. La implementación del sistema de riego incluye la compra e instalación del equipo y la perforación de un pozo de 200 pies. La cotización realizada del sistema de riego fue para un avance frontal, teniendo un precio de 2.36 millones de HNL. La cotización de la perforación del pozo fue de 202 mil HNL. El presupuesto total de la inversión inicial fue de 2.56 millones de HNL.

Estado de resultado: Para la realización del estado de resultado se utilizaron supuestos financieros (Cuadro 17)

Cuadro 17. Supuestos financieros y técnicos del sistema convencional y MIRG.

Supuestos	**Variable**	**Unidad**
Periodo	10.00	años
Inflación	2.72	%
Costo de oportunidad	15.00	%
Crecimiento en producción	3.00	%
Impuesto	25.00	%
Producción en millones en el sistema convencional	1.98	Litros
Producción en millones en el sistema MIR	1.76	Litros
Costo por litro de leche producida en el sistema convencional	10.10	HNL
Costo por litro de leche producida en el sistema MIRG	9.46	HNL
Precio de venta	11.28	HNL

- **Periodo:** La proyección para el estado de resultado y flujo de caja se realizó en un periodo de 10 años (2017-2026). Este tiempo se determinó considerando la vida útil del sistema de riego, que es el equipo que se instalará en el sistema propuesto (pastoreo rotacional intensivo).

- **Inflación:** La inflación considera fue del 2.72%. Esta inflación fue tomada del Banco Central de Honduras.

- **Costo de oportunidad:** El costo de oportunidad, fue dado por la hacienda Santa Elisa. A parte de la producción de leche, la hacienda se dedica a la producción de café y maíz.

- **Crecimiento de producción anual:** Se determinó que la producción de leche incrementará anualmente en 3%. Este valor se determinó por lo valores históricos de producción de los años 2014, 2015 y 2016 (anexo 9).

- **Impuestos sobre la renta:** Se determinó que el impuesto sobre la renta será del 25%, este valor se tomó según el reglamento de la ley del impuesto sobre la renta. La ley dice que cuando hay una ganancia mayor a 500,000 HNL, se tiene un impuesto del 25%.

- **Costo por litro de leche producida:** El costo por litro de leche producida se determinó dividiendo los litros de leche ofertada anualmente según el sistema de producción entre los costos totales anuales generados.

- **Precio de venta:** El precio de venta fue brindado por la hacienda Santa Elisa.

Luego de considerar todas la variables para el desarrollo de los estados de resultado, se determinó que el sistema convencional durante los diez años de proyección tiene una utilidad neta después de impuesto promedio de 2.2 millones de HNL (Cuadro 8). El sistema MIRG durante los diez años de proyección tiene una utilidad neta después de impuesto promedio de 2.95 millones de HNL (Anexo 10).

Flujo de caja incremental: El flujo de caja incremental se desarrolló únicamente para el sistema de pastoreo rotacional intensivo, debido a que la hacienda Santa Elisa debe de incurrir en una inversión (Cuadro 18). Para aprobar el proyecto, la utilidad incremental, debe cubrir la inversión inicial y generar utilidades. La utilidad incremental es la diferenciación de utilidades netas después de impuestos del sistema MIRG con el del sistema convencional (Anexo 11). Para validar esta operación se calculó los indicadores financieros: PRI, VAN, TIR e IR con el flujo de efectivo incremental.

Cuadro 18. Flujo de efectivo incremental para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL

Años	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Inversión Inicial	-2.56										
Capital de Trabajo	-0.64										
Utilidad Neta		0.47	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68	0.73	0.79	0.84	0.90
Depreciación		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Recuperación Capital de Trabajo											0.64
Flujo Neto	-3.20	0.72	0.76	0.80	0.84	0.89	0.94	0.99	1.04	1.10	1.80
Flujo Neto Acumulado	**-3.20**	**-2.48**	**-1.72**	**-0.92**	**-0.07**	**0.82**	**1.76**	**2.75**	**3.79**	**4.89**	**6.69**

- **Utilidad neta:** Es la diferenciación de la utilidad neta del sistema convencional con el sistema de pastoreo rotacional intensivo.

- **Inversión:** Se realizara una inversión para la implementación del sistema de riego en el sistema de pastoreo rotacional intensivo. La inversión cubre el costo del sistema de riego por aspersión (avance frontal) y la construcción de un pozo (fuente de agua para el riego).

- **Gastos por depreciación:** Se realizó una depreciación lineal a 10 años para el sistema de riego.

- **Capital de trabajo:** El capital de trabajo considerado fue de 641,763 HNL. La hacienda Santa Elisa al realiza los pagos cada quince días, por lo que el dinero necesario para operar es de 641,763 HNL.

Los indicadores financieros que se obtuvieron fueron el PRI, VAN, TIR e IR (Cuadro 16).

Cuadro 19. Indicadores financieros del sistema MIRG.

PRI (año)	4.08
VAN expresado en millones (HNL)	1.33
TIR	24%
IR (HNL)	1.42

Análisis de sensibilidad: Los tres escenarios del análisis de sensibilidad se realizaron con el flujo de caja libre (anexo 12):

- **Escenario precio-costo:** Para este escenario, sí el precio se mantiene constante, en 11.28 HNL, el costo puede aumentar de 9.46 a 13.30 HNL, es decir, puede aumentar hasta en 40% para que el VAN sea igual a cero. Manteniendo el costo constante, en 9.46 HNL, el precio puede disminuirse de 11.28 a 7.8 HNL, es decir, puede disminuir en 31% para que el VAN sea igual a cero (Anexo 14).

Escenario precio-producción: Para este escenario, sí el precio se mantiene constante, en 11.28 HNL, la producción puede disminuir de 1, 763,521.7 a 1, 220,872.2 litros de leche, es decir puede disminuir en 31%, para que el VAN sea igual a cero. Manteniendo constante la producción, en 1, 763,521.7 litros de leche, el precio puede disminuir en 31%, para que el VAN sea igual a cero (Anexo 15).

- **Escenario producción-costo:** Para este escenario, sí la producción se mantiene constante, el costo puede aumentar en 40%, para que el VAN sea igual a cero. Manteniendo conste el costo, la producción puede disminuirse en 31%, para que el VAN sea igual a cero (Anexo 16).

4. CONCLUSIONES

- Conviene a la hacienda Santa Elisa cambiarse al sistema de pastoreo rotacional intensivo, debido a que genera mayor utilidad comparado al sistema convencional, pese a la disminución de ingresos por la venta de leche.

- El modelo para realizar proyecciones, permitió observar que al mejorar o empeorar en un parámetro técnico, la evolución física del hato lechero y la producción de leche se ve directamente afectada, por lo tanto los ingresos también se verán afectado.

- El sistema de pastoreo rotacional intensivo debido al bajo costo que presenta la alimentación del ganado bovino y pese a la reducción de producción de leche, presenta una mayor utilidad comparado al sistema convencional. Esta diferencia anual promedio durante los diez años de proyección fue de 668,834 HNL.

- El proyecto de implementación de un sistema de riego en la hacienda Santa Elisa cuenta con un periodo de recuperación de 4.08 años, con un valor actual neto de 1.33 millones de HNL, con una tasa interna de retorno de 24% y un índice de rentabilidad del 1.42 HNL. Siendo este proyecto aprobado.

5. RECOMENDACIONES

- Incluir para un próximo estudio la crianza de terneros para posteriormente venderlos como genética.

- Realizar el mismo estudio con la productividad de un pasto diferente al Guinea cv. Tobiatá.

- Tomar en cuenta realizar un estudio si genera más utilidad contratar el servicio de riego en vez de comprarlo.

- Realizar un escenario con financiamiento y comparar con el escenario sin financiamiento.

6. LITERATURA CITADA

Andrei (2012): The use of profitability index in economic evaluation of industrial investment projects. Disponible en línea en http://icmas.eu/Journal_archive_files/Vol6-Issue1-2012-DOC/55-58_Gurau.pdf.

Arronis (2004): Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación y suplementación estratégica en pastoreo. Disponible en línea en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/estabulacion.pdf.

Canales (2015): Criterios para la toma de decisión de inversiones. Disponible en línea en https://www.google.hn/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj5nPyCz-_PAhUE6CYKHbSYB1A4ChAWCB8wAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5140002.pdf&usg=AFQjCNE7AlWa1Go7J9gc_Y_OAVTBAaYYtw&sig2=LyD_xPschlEeUyt-x4mW-g&bvm=bv.136593572,d.eWE.

CDPC (2013): El mercado de leche y sus derivados en Honduras. Disponible en línea en https://www.cdpc.hn/sites/default/files/Privado/estudios_mercado/estudio%20sectorial%20003.pdf, Última comprobación el 16/08/2016.

Eastridge (2002): Energy in the New Dairy NRC. Disponible en línea en http://dairy-dev.cfaes.ohio-state.edu/sites/dairy/files/imce/PDF/Feed_PDF/Energy%20New%20Dairy%20NRC.pdf.

MAG (1993): Prácticas y recomendaciones sobre el uso de la tierra a nivel de finca. Disponible en línea en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:8080/bitstream/handle/11554/3447/Practicas_y_recomendaciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Mármol (2006): Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. Disponible en línea en http://avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A1-Jesus%20Faria%20Marmol.pdf, Última comprobación el 17/08/2016.

Martínez (2007): Descripción y evaluación económica de los sistemas de producción: Pastoreo, semiestabulado y estabulado en una muestra de fincas lecheras asociadas a Dos Pinos de la Zona Norte, Costa Rica. Disponible en línea en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/463/1/AGN-2007-T013.pdf.

Matamoros; David (2016): Producción de leche bajo sistemas pastoriles. Disponible en línea en http://www.actualidadagropecuaria.com/actagroweb/publicaciones/agosto.2016/HTML/files/mobile/index.html#20, Última comprobación el 17/08/2016.

Mitre (2015): Implementación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo con suplementación de precisión para la producción de leche con vacas Jersey. Disponible en línea en http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4604/1/CPA-2015-057.pdf, Última comprobación el 18/08/2016.

Morales; Perez; Chavez, Botero (2016): Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. Disponible en línea en http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/parametros-productivos-reproductivos-importancia-t7998/p0.htm, Última comprobación el 18/08/2016.

Plaza (2001): Determinación del requerimiento hídrico de cuatro pastos mediante el uso de lisímetros bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. Disponible en línea en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2144/1/CPA-2004-T068.pdf.

SAG (2016): Comercio de leche y derivado Honduras 2005-2015. Disponible en línea en http://agronegocios.sag.gob.hn/informacion-de-mercados/estadisticas-de-comercio/, Última comprobación el 17/08/2016.

Salazar; Castillo; Murillo, Hueckmann; Romero (2013): Edad al primer parto en vacas Holstein de lechería especializada en costa rica. Disponible en línea en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n02_233.pdf, Última actualización el 14/10/2016, Última comprobación el 14/10/2016.

Ucañán (2015): Cálculo del periodo de recuperación de la inversión o payback. Disponible en línea en http://www.gestiopolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/.

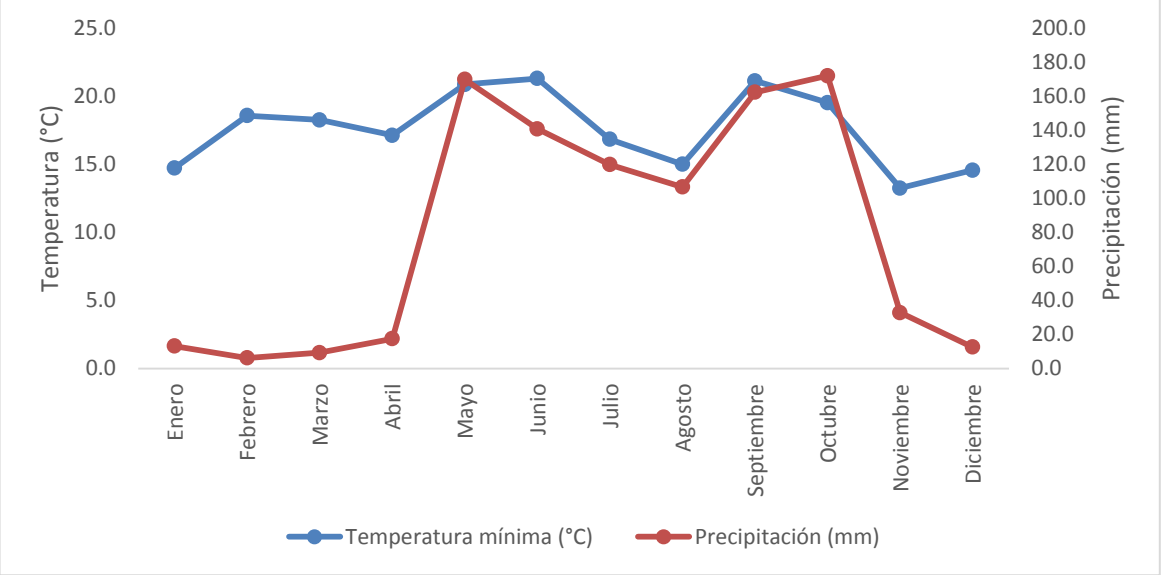
UGRJ (2016): Evaluación reproductiva en explotaciones lecheras. Disponible en línea en http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=331&Itemid=138.

Undersander; Albert; Cosgrove; Johnson; Peterson (2002): Pastures for profit: A guide to rotational grazing. Disponible en línea en http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1097378.pdf.

Vila (2000): Variaciones estacionales en la producción y composición del pasto Guinea (Panicum maximum) cv. Tobiatá en Zamorano. Disponible en línea en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2944/1/T1126.pdf, Última comprobación el 10/10/2016.

7. ANEXOS

Anexo 1. Precipitación y temperatura mínima en la hacienda Santa Elisa del año 2015.



Anexo 2. Descripción de costos de sanidad y reproducción de la hacienda Santa Elisa expresada en HNL.

Sanidad	**403,200.00**

Reproducción	**592,686.44**
Pajillas de semen, 2.2/preñez vacas	536,712.04
Nitrógeno liquido, 30 litros mes	46,800.00
Fundas paquete de 25, 770/25 + 20%	5,174.40
Guantes, caja de 100, Lp. 320, 2400 año	4,000.00
Accesorios varios, Lp. 5000	

Anexo 3. Descripción de costos de mantenimiento de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL.

Mantenimiento de la sala de ordeño	256,422.50
Visitas técnico de Pagro	32,000.00
Pezoneras	60,000.00
Pulsadores	19,620.00
Tazas colectoras	15,190.00
Mangueras de leche	37,500.00
Aceite de Máquinas	3,437.50
Filtros de Máquina de ordeño	15,000.00
Varios repuestos máquinas de ordeño	15,000.00
Varios mantenimiento otro equipo	10,000.00
Mamaderas	6,250.00
Pepes plástico	625.00
Mant. equipo enfriamiento	41,800.00

Mantenimiento de calles	50,000.00
Material selecto, cascarilla de Piedra	50,000.00

Mantenimiento instalaciones	53,879.95
Mantenemiento bebederos, pilas, lamparas(Electricidad, Fontaneria, Otros)	53,879.95

Mantenimiento del equipo de ordeño	23,600.00

Mantenimiento de vehículos	167,260.00
Trocos	6,540.00
Mantenimiento Montacarga	40,000.00
Juego de llantas trocos	4,720.00
Juego llantas camión	16,000.00
Reparación del troco	20,000.00
Vehiculo Nissan Frontier y Ford 150	80,000.00

Mantenimiento de cercas y potreros	14,386.55
Postes	1,380.00
Grapas	88.55
Clavos	138.00
Alambre liso	5,462.50
alambre de puas	2,817.50
Aisladores	4,500.00

Mantenimiento de edificios	48,000.00

Anexo 4. Descripción de costos de transporte de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL.

Combustibles y Lubricantes	437,892.00
Dos Pick up	
Camión Toyota	
Pickup Ford	
Cargador	
Chapeadora y bomba de sedimentos,	
Concretera	

Transporte	36,000.00
Transporte animales ferias	36,000.00

Adiciones Menores a Mobiliario y Equipo	10,000.00

Anexo 5. Descripción de costos de suministros de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL.

Material de limpieza	208,624.00
Escobas, 2/mes	672.00
Cepillos de Mano 2/mes	268.80
Detergente Alfa Laval alcalino Gl, 15 gl/mes	80,640.00
Alfacid, Gl, 5 gl/mes	100,800.00
Cloro, HTH 45% , 20 kg, 2 baldes/año	5,600.00
Lejia	1,200.00
Papel toalla en rollo, 1 rollo c 2 meses	268.80
Papel sanitario 8 rollos/mes	1,075.20
Detergente polvo, bolsa 20 kg/mes	6,451.20
Toallas para limpiar pezoneras	11,648.00

Material de oficina	15,403.12
Papel Bond, 4 resmas	4,924.80
Marcadores, 4 docenas	2,188.80
Cartuchos de Impresora, 2	5,472.00
Tape, 12 rollos	478.80
Engrapadora, 1	570.00
Fotocopias	1,768.72

Uniformes e Implementos de Vestir	27,765.00
Camisas, 30	4,350.00
Pantalones, 30	4,890.00
Overoles, 12	3,360.00
Botas de hule, 12	12,540.00
Guantes de cuero, 3	225.00
Capotes plásticos, 12	2,400.00

Herramientas e implementos menores	70,292.80
Carretillas de Mano, 12	6,720.00
Barras, 2	800.00
Machetes, 100/mes (10 meses)	8,400.00
Limas, 24 x mes	6,451.20
Gamarras lazos, 3 lb animal 80 animales	4,800.00
Mangueras, 50 de 1/2"	3,480.00
Lazos, 12 unidades	1,800.00
Tenazas 2	400.00
Crayola para ganado, Lp. 100, 2 x mes	2,688.00
Soga plástica, 8 rollos	3,136.00
Aretes para ganado, 360	11,289.60
Pico Piocha, 3	672.00
Palas, 6	1,008.00
Trinche, 10	13,440.00
Marcador para aretes	2,688.00
Tinta para tatuar negra y verde 6 C/U	1,520.00
Máquina tatuadora de 5 digitos	1,000.00

Botiquín	12,960.00
Varios botiquin	12,960.00

Suministros de laboratorio	9,450.00
Análisis de pastos y ensilajes	9,450.00

Otros suministros	2,838.80

Anexo 6. Descripción de costos de servicios de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL.

Servicios obtenidos	314,884.00
Taller	31,500.00
Clínica	15,600.00
Luz y agua	43,418.00
Internet	27,600.00
Telefonía	76,608.00
Servicios de maquinaria	120,158.00

Anexo 7. Descripción de gastos financieros de la hacienda Santa Elisa expresados en HNL

Gastos financieros	20,050.61
Flete y acarreo	8,400.00
Seguros y fianzas	11,400.00
Gastos de Arrendamiento	250.61

Anexo 8. Datos de producción promedio diario de leche por vaca de los últimos años

Año	Producción de leche (L)	Cambio porcentual (%)
2014	16.6	2.98%
2015	17.1	3.33%
2016	17.8	2.75%

Anexo 9. Estado de resultado del sistema convencional expresado en millones de HNL.

Años	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**	**Año 8**	**Año 9**	**Año 10**
Ingresos por Ventas	22.34	23.64	25.01	26.46	27.99	29.62	31.34	33.15	35.08	37.11
Ingresos Extraordinarios	2.14	2.20	2.26	2.32	2.39	2.45	2.52	2.59	2.66	2.73
Costos Totales	20.01	21.17	22.40	23.70	25.08	26.53	28.07	29.70	31.42	33.24
Gastos por Depreciación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UNAI	4.47	4.67	4.87	5.08	5.30	5.54	5.78	6.04	6.31	6.60
Impuestos	1.12	1.17	1.22	1.27	1.33	1.38	1.45	1.51	1.58	1.65
UNDI	3.35	3.50	3.65	3.81	3.98	4.15	4.34	4.53	4.73	4.95

Anexo 10. Estado de resultado del sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL.

Años	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**	**Año 8**	**Año 9**	**Año 10**
Ingresos por Ventas	19.89	21.05	22.27	23.56	24.93	26.37	27.90	29.52	31.23	33.05
Ingresos Extraordinarios	2.14	2.20	2.26	2.32	2.39	2.45	2.52	2.59	2.66	2.73
Costos Totales	16.69	17.65	18.68	19.76	20.91	22.12	23.40	24.76	26.20	27.72
Gastos por Depreciación	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
UNAI	5.09	5.34	5.60	5.87	6.15	6.45	6.76	7.09	7.44	7.80
Impuestos	1.27	1.33	1.40	1.47	1.54	1.61	1.69	1.77	1.86	1.95
UNDI	3.82	4.00	4.20	4.40	4.61	4.84	5.07	5.32	5.58	5.85

Anexo 11. Utilidad incremental expresada en millones de HNL.

Años	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**	**Año 8**	**Año 9**	**Año 10**
UNDI MIRG	3.82	4.00	4.20	4.40	4.61	4.84	5.07	5.32	5.58	5.85
UNDI convencional	3.35	3.50	3.65	3.81	3.98	4.15	4.34	4.53	4.73	4.95
Utilidad incremental	**0.47**	**0.51**	**0.55**	**0.59**	**0.63**	**0.68**	**0.73**	**0.79**	**0.84**	**0.90**

Anexo 12. Flujo de efectivo libre para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL

Años	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Inversión Inicial	-2.56										
Capital de Trabajo	-0.64										
Utilidad Neta		3.82	4.35	4.93	5.55	6.21	6.92	7.68	8.50	9.37	10.31
Depreciación		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Recuperación Capital de Trabajo											0.64
Flujo Neto	-3.20	4.08	4.61	5.19	5.80	6.46	7.17	7.94	8.75	9.63	11.21
Flujo Neto Acumulado	**-3.20**	**0.87**	**5.49**	**10.67**	**16.47**	**22.94**	**30.11**	**38.05**	**46.80**	**56.43**	**67.64**

Anexo 13. Indicadores financieros del flujo de efectivo libre para diez años (2017-2026), en el sistema de pastoreo rotacional intensivo expresado en millones de HNL.

PRI (año)	0.79
VAN expresado en millones (HNL)	28.23
TIR	140%
IR (HNL)	9.81

Anexo 14. Análisis de sensibilidad de precio y costo utilizando el flujo de caja libre.

		Precio																	
		-46%	-42%	-38%	-35%	-31%	-27%	-23%	-20%	-19%	-15%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Costo		6.1	6.5	6.9	7.4	7.8	8.2	8.7	9.0	9.1	9.5	9.6	10.2	10.7	11.3	11.8	12.4	13.0	13.5
-20%	7.6	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	17531,514	21037,816	23905,147	24544,119	28050,422	28491,597	33078,048	37664,498	42250,949	46837,399	51423,849	56010,300	60596,750
-15%	8.0	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	17531,514	20398,844	21037,816	24544,119	24985,295	29571,745	34158,195	38744,646	43331,096	47917,547	52503,997	57090,448
-10%	8.5	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	16892,541	17531,514	21037,816	21478,992	26065,442	30651,893	35238,343	39824,794	44411,244	48997,694	53584,145
-5%	9.0	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	13386,239	14025,211	17531,514	17972,689	22559,140	27145,590	31732,040	36318,491	40904,941	45491,392	50077,842
0%	9.5	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	9879,936	10518,908	14025,211	14466,386	19052,837	23639,287	28225,738	32812,188	37398,639	41985,089	46571,539
5%	9.9	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	6373,633	7012,605	10518,908	10960,084	15546,534	20132,985	24719,435	29305,885	33892,336	38478,786	43065,237
10%	10.4	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	2867,331	3506,303	7012,605	7453,781	12040,231	16626,682	21213,132	25799,583	30386,033	34972,484	39558,934
14%	10.8	23905,147	20398,844	16892,541	13386,239	9879,936	6373,633	2867,331	0	638,972	4145,275	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703	32105,153	36691,603
15%	10.9	24544,119	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	638,972	0	3506,303	3947,478	8533,929	13120,379	17706,830	22293,280	26879,730	31466,181	36052,631
20%	11.4	28050,422	24544,119	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	4145,275	3506,303	0	441,176	5027,626	9614,076	14200,527	18786,977	23373,428	27959,878	32546,329
21%	11.4	28491,597	24985,295	21478,992	17972,689	14466,386	10960,084	7453,781	4586,450	3947,478	441,176	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703	32105,153
27%	12.0	33078,048	29571,745	26065,442	22559,140	19052,837	15546,534	12040,231	9172,901	8533,929	5027,626	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703
34%	12.7	37664,498	34158,195	30651,893	27145,590	23639,287	20132,985	16626,682	13759,351	13120,379	9614,076	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252
40%	13.3	42250,949	38744,646	35238,343	31732,040	28225,738	24719,435	21213,132	18345,802	17706,830	14200,527	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802
47%	13.9	46837,399	43331,096	39824,794	36318,491	32812,188	29305,885	25799,583	22932,252	22293,280	18786,977	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351
53%	14.5	51423,849	47917,547	44411,244	40904,941	37398,639	33892,336	30386,033	27518,703	26879,730	23373,428	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901
60%	15.1	56010,300	52503,997	48997,694	45491,392	41985,089	38478,786	34972,484	32105,153	31466,181	27959,878	27518,703	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450
66%	15.7	60596,750	57090,448	53584,145	50077,842	46571,539	43065,237	39558,934	36691,603	36052,631	32546,329	32105,153	27518,703	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0

Anexo 15. Análisis de sensibilidad de precio y producción utilizando el flujo de caja libre.

		Precio																	
		-42%	-40%	-37%	-34%	-31%	-27%	-23%	-20%	-19%	-15%	-13%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Producción		6.5	6.8	7.1	7.4	7.8	8.2	8.7	9.0	9.2	9.6	9.8	10.2	10.7	11.3	11.8	12.4	13.0	13.5
20%	2116,226.0	0	2761,012	5773,025	9071,896	12700,654	16711,387	21167,757	24556,577	26148,406	30060,318	31751,635	35564,058	41067,799	46571,539	52075,280	57579,020	63082,761	68586,501
15%	2028,050.0	2645,970	0	2886,512	6047,931	9525,491	13369,110	17639,797	20887,417	22412,919	26161,835	27782,681	31436,253	36710,671	41985,089	47259,507	52533,925	57808,343	63082,761
10%	1939,873.9	5291,939	2761,012	0	3023,965	6350,327	10026,832	14111,838	17218,257	18677,433	22263,352	23813,727	27308,448	32353,543	37398,639	42443,734	47488,829	52533,925	57579,020
5%	1851,697.8	7937,909	5522,024	2886,512	0	3175,164	6684,555	10583,878	13549,096	14941,946	18364,869	19844,772	23180,642	27996,415	32812,188	37627,961	42443,734	47259,507	52075,280
0%	1763,521.7	10583,878	8283,035	5773,025	3023,965	0	3342,277	7055,919	9879,936	11206,460	14466,386	15875,818	19052,837	23639,287	28225,738	32812,188	37398,639	41985,089	46571,539
-5%	1675,345.6	13229,848	11044,047	8659,537	6047,931	3175,164	0	3527,959	6210,776	7470,973	10567,904	11906,863	14925,031	19282,159	23639,287	27996,415	32353,543	36710,671	41067,799
-10%	1587,169.5	15875,818	13805,059	11546,049	9071,896	6350,327	3342,277	0	2541,615	3735,487	6669,421	7937,909	10797,226	14925,031	19052,837	23180,642	27308,448	31436,253	35564,058
-13%	1526,090.2	17708,672	15717,603	13545,527	11166,587	8549,752	5657,462	2443,806	0	1147,927	3968,954	5188,627	7937,909	11906,863	15875,818	19844,772	23813,727	27782,681	31751,635
-15%	1498,993.4	18521,787	16566,071	14432,562	12095,861	9525,491	6684,555	3527,959	1127,545	0	2770,938	3968,954	6669,421	10567,904	14466,386	18364,869	22263,352	26161,835	30060,318
-19%	1436,320.2	20402,472	18528,524	16484,218	14245,215	11782,312	9060,157	6035,539	3735,487	2655,084	0	1147,927	3735,487	7470,973	11206,460	14941,946	18677,433	22412,919	26148,406
-20%	1410,817.4	21167,757	19327,082	17319,074	15119,826	12700,654	10026,832	7055,919	4796,705	3735,487	1127,545	0	2541,615	6210,776	9879,936	13549,096	17218,257	20887,417	24556,577
-23%	1356,524.7	22796,961	21027,121	19096,387	16981,774	14655,699	12084,774	9228,191	7055,919	6035,539	3527,959	2443,806	0	3527,959	7055,919	10583,878	14111,838	17639,797	21167,757
-27%	1285,128.6	24939,398	23262,708	21433,592	19430,274	17226,624	14791,011	12084,774	10026,832	9060,157	6684,555	5657,462	3342,277	0	3342,277	6684,555	10026,832	13369,110	16711,387
-31%	1220,872.2	26867,592	25274,736	23537,076	21633,923	19540,456	17226,624	14655,699	12700,654	11782,312	9525,491	8549,752	6350,327	3175,164	0	3175,164	6350,327	9525,491	12700,654
-34%	1162,735.4	28612,148	27095,143	25440,228	23627,702	21633,923	19430,274	16981,774	15119,826	14245,215	12095,861	11166,587	9071,896	6047,931	3023,965	0	3023,965	6047,931	9071,896
-37%	1109,883.8	30198,108	28750,058	27170,366	25440,228	23537,076	21433,592	19096,387	17319,074	16484,218	14432,562	13545,527	11546,049	8659,537	5773,025	2886,512	0	2886,512	5773,025
-40%	1061,628.0	31646,159	30261,067	28750,058	27095,143	25274,736	23262,708	21027,121	19327,082	18528,524	16566,071	15717,603	13805,059	11044,047	8283,035	5522,024	2761,012	0	2761,012
-42%	1017,393.5	32973,538	31646,159	30198,108	28612,148	26867,592	24939,398	22796,961	21167,757	20402,472	18521,787	17708,672	15875,818	13229,848	10583,878	7937,909	5291,939	2645,970	0

Anexo 16. Análisis de sensibilidad de producción y costo utilizando el flujo de caja libre.

		Producción																	
		-46%	-42%	-38%	-35%	-31%	-27%	-23%	-20%	-19%	-15%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%
Costo		951,232.7	1018,642.6	1086,052.4	1153,462.3	1220,872.2	1288,282.1	1355,691.9	1410,817.4	1423,101.8	1490,511.7	1498,993.4	1587,169.5	1675,345.6	1763,521.7	1851,697.8	1939,873.9	2028,050.0	2116,226.0
-20%	7.6	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	17531,514	21037,816	23905,147	24544,119	28050,422	28491,597	33078,048	37664,498	42250,949	46837,399	51423,849	56010,300	60596,750
-15%	8.0	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	17531,514	20398,844	21037,816	24544,119	24985,295	29571,745	34158,195	38744,646	43331,096	47917,547	52503,997	57090,448
-10%	8.5	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	14025,211	16892,541	17531,514	21037,816	21478,992	26065,442	30651,893	35238,343	39824,794	44411,244	48997,694	53584,145
-5%	9.0	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	10518,908	13386,239	14025,211	17531,514	17972,689	22559,140	27145,590	31732,040	36318,491	40904,941	45491,392	50077,842
0%	9.5	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	7012,605	9879,936	10518,908	14025,211	14466,386	19052,837	23639,287	28225,738	32812,188	37398,639	41985,089	46571,539
5%	9.9	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	3506,303	6373,633	7012,605	10518,908	10960,084	15546,534	20132,985	24719,435	29305,885	33892,336	38478,786	43065,237
10%	10.4	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	0	2867,331	3506,303	7012,605	7453,781	12040,231	16626,682	21213,132	25799,583	30386,033	34972,484	39558,934
14%	10.8	23905,147	20398,844	16892,541	13386,239	9879,936	6373,633	2867,331	0	638,972	4145,275	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703	32105,153	36691,603
15%	10.9	24544,119	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	3506,303	638,972	0	3506,303	3947,478	8533,929	13120,379	17706,830	22293,280	26879,730	31466,181	36052,631
20%	11.4	28050,422	24544,119	21037,816	17531,514	14025,211	10518,908	7012,605	4145,275	3506,303	0	441,176	5027,626	9614,076	14200,527	18786,977	23373,428	27959,878	32546,329
21%	11.4	28491,597	24985,295	21478,992	17972,689	14466,386	10960,084	7453,781	4586,450	3947,478	441,176	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703	32105,153
27%	12.0	33078,048	29571,745	26065,442	22559,140	19052,837	15546,534	12040,231	9172,901	8533,929	5027,626	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252	27518,703
34%	12.7	37664,498	34158,195	30651,893	27145,590	23639,287	20132,985	16626,682	13759,351	13120,379	9614,076	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802	22932,252
40%	13.3	42250,949	38744,646	35238,343	31732,040	28225,738	24719,435	21213,132	18345,802	17706,830	14200,527	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351	18345,802
47%	13.9	46837,399	43331,096	39824,794	36318,491	32812,188	29305,885	25799,583	22932,252	22293,280	18786,977	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901	13759,351
53%	14.5	51423,849	47917,547	44411,244	40904,941	37398,639	33892,336	30386,033	27518,703	26879,730	23373,428	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450	9172,901
60%	15.1	56010,300	52503,997	48997,694	45491,392	41985,089	38478,786	34972,484	32105,153	31466,181	27959,878	27518,703	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0	4586,450
66%	15.7	60596,750	57090,448	53584,145	50077,842	46571,539	43065,237	39558,934	36691,603	36052,631	32546,329	32105,153	27518,703	22932,252	18345,802	13759,351	9172,901	4586,450	0