

Rentabilidad de la introducción de ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos en fincas lecheras de Honduras

Nora Ivette Lagos Macías

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Agosto, 2002

Rentabilidad de la introducción de ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos en fincas lecheras de Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Nora Ivette Lagos Macías

ZAMORANO

Agosto, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Nora Ivette Lagos Macías

Zamorano, Honduras
Agosto 2002

Rentabilidad de la introducción de ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos en fincas lecheras de Honduras

Presentado por

Nora Ivette Lagos Macías

Aprobada:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador Area Temática

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, MBA
Coordinador de la Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Rubén Gallozzi, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador PIA

Mario Contreras, Ph.D.
Director Ejecutivo

DEDICATORIA

A Mi Padre y Salvador, Quien me da la vida y la fuerza para vivir.

A mi Virgencita de Suyapa, por ser mi refugio y mi paz.

A mis padres, Hector Martín y Nora Idalia, por ser mi ejemplo de superación, perseverancia y sacrificio, por transmitirme en todo momento el valor del estudio.

A mi hija, Naomi Nazarette, por llenar mi vida de luz y alegría, por ser la razón de mi existir. Te Amo Bebé.

A mis hermanos y hermanas Hector, Rodney, Gisele y Delia María.

A mis sobrinos, Hector Benjamín, Hector Martín, Sofía Alessandra y todos los que aún no puedo nombrar, para que les sirva de ejemplo y sepan que con esfuerzo pueden lograr sus metas. Cuenten conmigo "hijos".

A mis abuelitas y abuelitos, Delia, Francisca, José y Arnaldo (QDDG), por ser los pilares de mi vida y haberme dado los padres más maravillosos.

A esa persona especial en mi vida, que pese a las circunstancias, se regocijará y enorgullecerá de este triunfo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser El Motor que me impulsa y Quien día a día me toma de la mano para llevarme por Sus sendas. Gracias Padre Todopoderoso por todas las bendiciones que derramas sobre mi.

A mi Hija Naomi, por saber esperar y hacerme sentir su amor día a día, sin eso no hubiera podido terminar. Gracias mi vida por confiar y creer en mi.

A mis Padres por su amor y apoyo incondicional, por ser las torres fuertes de mi vida. Por cuidar de mi hija y hacerla feliz como lo hacen conmigo. Por las esperanzas depositadas en mi que han sido también el motor que me ha impulsado.

A Hector Martín, por enseñarme el valor del respeto y darme el verdadero amor de un hermano y el de un padre para mi hija. Por todo el apoyo recibido en cada momento de mi vida.

A Rodney Henry, por ser un buen amigo y hermano a la vez, por escucharme y aconsejarme sin limitaciones. Por demostrarme que el amor puede expresarse de muchas maneras.

A Gisele por el apoyo incondicional que me has brindado, por reemplazar tan bien el amor de madre para mi hija y por ser diferente y especial. Tu amor de hermana me ha llenado desde que naciste gorda.

A mi hermanita consentida, Delia María, por sus expresiones de amor y las cartas que escribe, por su ejemplo de dedicación y disciplina, por ser la compañía inseparable de mi bebé.

A mis otras hermanas Jeidy, Paty y Maria del Carmen, por todos los granitos de arena que pusieron para obtener este triunfo.

A Eduardo Maldonado, por ser un verdadero AMIGO, por su confianza y amistad, por su ejemplo de dedicación al trabajo, de sencillez y bondad.

Muy especialmente, al Doctor Miguel Vélez por todos los consejos que me dió, por su ejemplo de disciplina y responsabilidad, por enseñarme el verdadero significado de la palabra "trabajo", por transmitirme un poco de sus conocimientos, por el apoyo e interés puestos en este trabajo, por su paciencia y comprensión, por la amistad y cariño que me permitió desarrollar, por la alegría y entusiasmo que a su manera me brindó. Infinitas Gracias Doctor y que Dios bendiga a usted y a su familia.

Al Doctor Isidro Matamoros por sus oportunas recomendaciones y su invaluable amistad.

Al Ingeniero Rubén Gallozzi y a su familia, por su valiosa colaboración, por abrirme las puertas de su hogar y compartir momentos en familia.

A mis amigos y amigas, Andrea Karina, José Daniel, Raúl Ivan, Donald, Milton, Juan Pablo, Armando, Mariano, Alejandra, Gloria, Xochilt, Angel, Claudio, Abelino, Allan, Ana María, Gabriela, Cristina, Francisco, Linda, Cecilia, Luis, Roger, Carlos, Andrea y Paola, Johny, Selvin, Dennis, Rubén, Kerem, Nahúm, ... por su cariño y apoyo durante esta etapa de mi vida.

A todo el personal de campo, del comedor, de la carrera, de la seguridad, de la lavandería, de servicios estudiantiles, de la tesorería, de materiales y suministros, de la clínica, de admisiones, del correo, de servicios generales, del aserradero, del centro de cómputo, de la biblioteca, del centro Kellogg y demás lugares que se me hayan escapado mencionar, porque con su amistad me hicieron en esta carrera, el camino más fácil.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Hondureño, por su valiosa ayuda financiera durante mis estudios en el Programa de Agrónomo.

A Eduardo Maldonado, por todo su apoyo incondicional y sus oportunas gestiones durante toda mi carrera

Al Ministerio de Recursos Naturales de Honduras (97-99) por complementar financieramente mis estudios de Agronomía.

Al Ingeniero Julian Suazo por toda la colaboración prestada durante su gestión.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería (2001-2002) por financiar mis estudios de Ingeniería Agronómica.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por haberme permitido el ingreso y reingreso a tan prestigiada universidad, por haber moldeado mi vida de estudiante en profesional. Por darme el orgullo de ser mi *Alma Mater*.

RESUMEN

Lagos Macías, N. 2002. Rentabilidad de la introducción del ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos en fincas lecheras de Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 49 p.

En Honduras la mayoría de las explotaciones ganaderas son lecheras, en las que se pueden diferenciar tres niveles: pequeño con < de 5 ha y 20 vacas, mediano con 5-10 ha y 50 vacas y el grande con > 10 ha y > 50 vacas. Pese a estas diferencias, la necesidad de mejorar la productividad y calidad es común. Tres tecnologías para ello son el ordeño mecánico, el almacenamiento de leche en tanques enfriadores y los cercos eléctricos. La Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras (FENAGH) comisionó un estudio para determinar la rentabilidad de la introducción de dichas tecnologías y el efecto sobre la producción para tener un respaldo que permita la gestión de financiamiento. Se realizó un estudio técnico y uno financiero. El técnico incluyó la determinación de obras físicas, equipo e instalaciones requeridas para la introducción de las tecnologías. Para el financiero se elaboraron planes de inversión y flujos de efectivo a 7 años, sobre los cuales se calculó el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Se asumió un aumento en la producción de 20% como efecto de la rotación de potreros, 50% por la eficiencia en extracción de la leche al utilizar el ordeño mecánico y 28% en el precio de la leche fría por un aumento calidad. Los ingresos anuales en fincas pequeñas fueron US\$ 422 sin las tecnologías y US\$ 14,800 con las tres tecnologías, en las medianas fue de US\$ 9,300 y US\$ 55,500 y en las grandes US\$ 36,800 y US\$ 187,900, respectivamente. En las fincas pequeñas el VAN fue US\$ 7,200 y la TIR 34%, en las medianas el VAN fue US\$ 60,300 y la TIR 96% y en las grandes US\$ 255,500 de VAN con una TIR de y 151%. El análisis de sensibilidad demostró que reduciendo el precio en 25% el ingreso sigue siendo positivo en las fincas medianas y grandes obteniendo US\$ 41,500 y US\$ 140,300 con un VAN de US\$ 21600 y US\$ 101,800 y una TIR de 45 y 84%, respectivamente, mientras que en las fincas pequeñas el VAN y la TIR se vuelven negativas. Se recomienda introducir las tecnologías en fincas pequeñas, medianas y grandes bajo las premisas del presente estudio.

Palabras clave: Capacidad de carga, enfriamiento, leche, ordeño mecánico, productividad.

Abelino Pitty, Ph.D.

NOTA DE PRENSA

Se determina rentabilidad de la introducción de nuevas tecnologías en fincas lecheras de Honduras

En Honduras, la mayoría de explotaciones pecuarias son lecherías y cada vez, es mayor la necesidad que enfrentan los productores de mejorar la calidad y el manejo de sus fincas. Recientemente, se llevo a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, a solicitud de la Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras, un estudio que evaluó la rentabilidad de la introducción del ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos en fincas lecheras de Honduras, encontrándose que sí es factible introducir dichas tecnologías en todos los sistemas de producción de leche.

La mayor tasa interna de retorno (TIR) de 151% resultó en el caso de las fincas grandes, que manejan hatos de más de 50 vacas y alcanzan una producción promedio de 17 litros por vaca al día. El ingreso promedio anual, en un período de evaluación de siete años, para estas fincas fue de US\$ 187,900 y el valor actual neto (VAN) del proyecto al finalizar la evaluación fue de US\$ 255,000. En las fincas medianas, con 50 vacas y una producción diaria en promedio de 12 litros por vaca, la TIR fue de 96%, el ingreso promedio anual fue de US\$ 55,500 y el VAN de US\$ 60,300 y en las fincas pequeñas, con 20 vacas y 8.5 litros por vaca por día, la TIR fue de 34%, el ingreso de US\$. 9,300 y el VAN de US\$ 14,800.

El estudio comprendió un análisis técnico y uno financiero. En el análisis técnico se caracterizaron tres niveles de producción: pequeño, mediano y grande, se determinaron los requerimientos de equipo, infraestructura y costos de operación, necesarios para la ejecución de las tres tecnologías en cada nivel. Con esta información, se preparó el análisis financiero que incluyó la elaboración de planes de inversión y flujos de caja para cada tamaño de finca y se determinó la rentabilidad con la aplicación de los índices financieros (VAN y TIR). La medición del riesgo del proyecto se hizo mediante un análisis de fluctuaciones de los valores más y menos probables del rendimiento de la inversión tomando la variable precio como factor más determinante.

La evaluación de estas tres tecnologías se considera muy importante ya que involucra aspectos fundamentales en el desarrollo de una explotación lechera como lo es la alimentación del ganado, la eficiencia en producción y la calidad del producto final. Con los resultados se respalda toda solicitud de crédito que un productor presente a un banco o cualquier otro ente financiero.

Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimientos a patrocinadores.....	viii
Resumen.....	ix
Nota de prensa.....	x
Contenido.....	xi
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de anexos.....	xiv
1. INTRODUCCION.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	2
2.1 ESTUDIO TECNICO.....	2
2.1.1 Caracterización de las fincas.....	2
2.1.2 Ordeño mecánico.....	3
2.1.3 Almacenamiento en frío.....	5
2.1.4 Cercos eléctricos.....	6
2.2 ESTUDIO FINANCIERO.....	7
2.2.1 Planes de Inversión.....	7
2.2.2 Flujo de caja.....	7
2.2.3 Análisis de sensibilidad.....	7
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	8
3.1 EQUIPO DE ORDEÑO Y ENFRIAMIENTO.....	8
3.2 INSTALACION DE CERCOS ELECTRICOS.....	9
3.3 INFRAESTRUCTURA.....	10
3.3.1 Diseño de salas.....	11
3.3.2 Dimensiones.....	11
3.3.3 Costo de obras físicas.....	11
3.4 COSTOS DE OPERACION.....	13
3.4.1 Mano de obra.....	13
3.4.2 Insumos de limpieza.....	13
3.4.3 Agua y energía.....	13
3.4.4 Mantenimiento del equipo.....	13
3.5 DEPRECIACIONES.....	14
3.5.1 De equipo y obras físicas.....	14
3.5.2 De semovientes.....	14
3.6 FLUJOS DE CAJA.....	15
3.6.1 Flujo de caja sin proyecto.....	16
3.6.2 Flujo de caja con proyecto sin financiamiento.....	16

3.6.3 Flujo de caja con proyecto financiado.....	16
3.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	16
4. CONCLUSIONES.....	18
5. RECOMENDACIONES.....	19
7. BIBLIOGRAFIA.....	20
8. ANEXOS.....	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Parámetros usados para calcular las inversiones.....	3
2.	Número de puestos de ordeño para hatos de diferente tamaño.....	5
3.	Costos del equipo de ordeño para una finca pequeña.....	8
4.	Costos del equipo de ordeño para una finca mediana.....	8
5.	Costos del equipo de ordeño para una finca grande.....	9
6.	Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de cuatro hectáreas..	9
7.	Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de 10 hectáreas.....	10
8.	Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de 20 hectáreas.....	10
9.	Áreas estimadas para construir las salas de operación.....	11
10.	Costos estimados de instalaciones para una finca pequeña.....	11
11.	Costos estimados de instalaciones para una finca mediana.....	12
12.	Costos estimados de instalaciones para una finca grande.....	12
13.	Mano de obra necesaria para realizar ordeño en diferentes tipos de sala.....	13
14.	Costos de operación anuales estimados para tres tamaños de fincas	14
15.	Depreciación de las inversiones.....	15
16.	Cálculo del valor de compra de las vacas.....	15
17.	Depreciación de las vacas y los toros.....	15
18.	Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno de los flujos del Proyecto.....	17
19.	Resultados del análisis de fluctuaciones para determinar sensibilidad	17

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Periódicos usados para la limpieza de pezones.....	21
2.	Sala de ordeño con diseño de brete pasante.....	22
3.	Plano de una sala de ordeño de brete pasante.....	23
4.	Esquema de una sala en espina de pescado.....	24
5.	Ordeño con ternero en una sala en espina de pescado.....	24
6.	Sala en espina de pescado con línea central.....	25
7.	Comedero de plástico en sala en espina de pescado.....	25
8.	Sala de espera con sombra de zarán.....	26
9.	Tanque refrigerador con capacidad de 2000 litros.....	26
10.	Potrero de guinea dividido por cerco eléctrico.....	27
11.	Accesorios para un cerco eléctrico de fabricación casera.....	27
12.	Cotizaciones de equipos.....	28
13.	Situación financiera actual de las fincas sin el proyecto.....	32
14.	Flujos de caja con proyecto sin financiamiento.....	33
15.	Cálculo de la cuota anual para amortización del préstamo y pago de intereses.....	36
16.	Flujos de caja con proyecto financiado.....	37
17.	Flujos de caja incremental situación favorable.....	40
18.	Flujos de caja incremental situación desfavorable.....	46

1. INTRODUCCION

En Honduras existe un buen potencial para la ganadería de leche. Cada día aumenta la necesidad de los ganaderos de mejorar el manejo del hato, para satisfacer la creciente demanda por leche de calidad. Según Jara Almonte (1999), en la ganadería lechera de Honduras se pueden diferenciar tres niveles de producción: pequeño, mediano y grande; los cuales requieren de distintos tratamientos para enfrentar las exigencias actuales. La Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras (FENAGH), comisionó un estudio para determinar la rentabilidad de la introducción del ordeño mecánico, tanques enfriadores de leche y de cercos eléctricos en fincas lecheras ya que éstas técnicas se consideran muy importantes en el desarrollo de una explotación lechera.

La base del éxito en una lechería es la alimentación del ganado. El pasto es el alimento de más bajo costo siempre que éste sea manejado técnicamente. Según Restrepo (1992), en el Zamorano la introducción del pastoreo rotacional causa un incremento del 20% en la capacidad de carga de la finca, lo que se traduce en un 20% más de producción de leche. El pastoreo rotacional consiste en alternar períodos cortos de ocupación con períodos largos de recuperación para que el potrero se reestablezca (Garza, 2002). El cerco eléctrico es la alternativa más económica y funcional para dividir los potreros en lotes más pequeños y aprovechar al máximo el forraje disponible.

Los equipos de ordeño se han implementado desde principios del siglo pasado en países con una industria láctea desarrollada. Se estima que la producción de leche aumenta en 50% al realizar ordeño mecánico ya que se mejora la eficiencia del proceso de extracción de la leche y permite realizar dos ordeños diarios; a la vez, se obtiene una mayor calidad en el producto (Vélez *et al.*, 2002).

Para que la introducción de esta técnica tenga efecto, se debe considerar el almacenamiento de la leche en tanques refrigeradores, para asegurar que la calidad lograda en el proceso de ordeño se conserve por mayor tiempo (Grigniani, 1970). El mayor precio que la industria nacional paga por una leche enfriada después del ordeño oscila entre un 28 y 32% sobre el precio de la leche caliente.¹

El estudio incluyó un análisis técnico financiero, se proyectó la inversión a un plazo de siete años para determinar el valor actual neto del proyecto y la tasa interna de retorno. Los resultados, pueden ser aplicados para gestionar financiamiento ante cualquier banco o ente financiero.

¹ Comun. Pers. Ing. Fernando Pinto, Gerente de Producción, LACTHOSA (2002).

2. MATERIALES Y METODOS

Se preparó un estudio técnico del cual se derivaron los rubros de inversión que conformaron el estudio financiero. El estudio técnico se elaboró con información recopilada en giras realizadas a la costa norte (principal zona lechera del país), bibliografía consultada, bases de datos de otros proyectos ganaderos y comunicaciones personales con personas involucradas en el medio. El análisis financiero fue realizado con base en la información generada en el estudio técnico.

2.1 ESTUDIO TECNICO

El estudio técnico se desarrollo en tres fases: caracterización de las fincas, análisis de la introducción de ordeño mecánico y almacenamiento en frío y elaboración de un plan de rotación de potreros con cercos eléctricos. Se determinaron los requerimientos de equipo, obras físicas y los costos de operación.

2.1.1 Caracterización de las fincas²

Se caracterizaron tres tipos de explotaciones.

- a) Pequeños Productores: Fincas de 1 a 5 ha, con menos de 20 vacas y una producción de 5.0-7.0 l/vaca/día. No tienen un plan de manejo ni utilizan tecnología alguna. El manejo es extensivo y generalmente se desarrollan en laderas. En esta categoría se ubican los finqueros con menos capacidad de pago.
- b) Medianos Productores: Fincas que tienen de 21 a 50 vacas con una producción de 7.1-10 l/vaca/día y utilizan algunas tecnologías como la suplementación con ensilajes en verano. El tamaño de estas fincas oscila entre 5.1 y 10 ha, tienen una capacidad de pago regular y acceso a créditos bancarios.
- c) Grandes Productores: Fincas con más de 51 vacas con una producción de 10.1-18 l/vaca/día. El manejo es más tecnificado, algunas utilizan tecnologías como el ordeño mecánico. Cuentan con más de 10 ha, tienen una mayor capacidad de pago y acceso a créditos a mediano y largo plazo. Representan menos del 10% de los ganaderos.

² Adaptado de la base de datos del componente LECHE del Proyecto Zamorano / USAID y del Proyecto de rehabilitación y reactivación de la ganadería en Honduras de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Para los cálculos se trabajó con cifras promedio en el caso de número de vacas y hectáreas de terreno, sin embargo, para producción de leche se prefirió usar los límites inferiores de los rangos que se determinaron en la caracterización para proyectar resultados más reales (Cuadro 1).

2.1.2 Ordeño Mecánico

En el caso de ordeño mecánico se recomienda un sistema de tambos o baldes para fincas pequeñas y medianas y uno de tubería para las grandes. En el primer caso el equipo necesario se compone de: bomba de vacío, tanque de vacío, regulador de vacío, tubería de vacío, pulsador, máquina de ordeño y baldes. En el segundo, el equipo es igual pero en lugar de baldes se usa una tubería de acero inoxidable o de vidrio y una unidad final en la que se separa la leche. El equipo se describe así:

Bomba de vacío. Funciona impulsada por un motor eléctrico. La capacidad de la bomba se determina por el sistema y por el número de máquinas. En un sistema de ordeño por tubería, la capacidad mínima debe ser de 150 l de aire por minuto mas 60 l por máquina; en uno de tambos, 50 l de aire por minuto mas 60 l por balde (Vélez *et al.*, 2002).

Tanque de vacío o interceptor. Sirve para proteger la bomba de impurezas que pudieran ingresar a las conducciones de vacío tales como residuos de leche, agua, vapor de agua; regula los posibles cambios de vacío que puedan originarse a consecuencia de irregularidades en la demanda de éste.

Regulador de vacío. Es una válvula que se encarga de mantener un vacío estable normalmente de 380 mm de mercurio o 0.5 atmósferas. Puede ser activado por diafragma o por contrapesos, siendo los de diafragma los más usados.

Manómetro o indicador de vacío. Se debe instalar en la tubería de vacío en un punto fácilmente visible.

Cuadro 1. Parámetros promedio usados para calcular las inversiones.

Fincas	Producción de leche (l/vaca/día)		No. Vacas en producción	Capacidad de carga (vacas/ha)	Potreros (has)
	Inicial ¹	Final ²			
Pequeñas	5.0	8.5	20	5	4
Medianas	7.1	12.0	50	5	10
Grandes	10.1	17.0	120	6	20

⁽¹⁾Sin las tecnologías, ⁽²⁾Con las tecnologías

Pulsador. Su función es la de provocar alterna y regularmente, una fase de vacío que corresponde a la succión y una fase de presión normal o atmosférica correspondiente al masaje, en el espacio entre la pezonera de hule y la de acero.

Tubería de vacío. De hierro galvanizado o PVC, para transportar el vacío desde la bomba a la sala de ordeño, debe ser lo más corta y recta posible, con un diámetro mayor de 3.8 cms.

Máquinas de ordeño. Trabajan por medio de vacío que se aplica a intervalos regulares al pezón. En las máquinas de balde se requieren recipientes individuales de acero inoxidable; en el de tubería, una de acero inoxidable o de vidrio, en este caso se requiere además una unidad final separadora de leche y vacío, una trampa que impide el paso de leche al sistema de vacío y una bomba que impulsa la leche al tanque enfriador; generalmente estas vienen incluidas en el sistema de ordeño y en este análisis se consideró de tal manera.

Equipo de limpieza de ubres. Para hacer la limpieza se usan pañuelos pequeños de tela (manta) humedecidos en una solución yodada; como alternativa se aplica sellador y se remueve este con toallas de papel o recortes de periódico (Anexo 1).

Además del equipo, se necesitan las siguientes instalaciones: sala de ordeño, sala de máquinas, corral de espera, bodega para concentrado (opcional), oficina de administración e insumos, cuarto para el tanque de almacenamiento de leche, y galera para bebederos y sombra en los potreros. El tamaño y sofisticación de las obras depende del número de animales a ser ordeñados.

Sala de ordeño. Para fincas pequeñas y medianas se propone un sistema de ordeño mecánico con tambos individuales, para las grandes uno de tubería. Para el sistema de ordeño con tambos el establo es de bretes pasantes (Anexo 2). Para el de tubería se usará un diseño de espina de pescado en ángulo de 70° con línea al centro, en el que el equipo se comparte a ambos lados de la sala; con una ligera modificación en las dimensiones se puede ordeñar igualmente con ternero (Anexos 4, 5 y 6). El número de puestos depende del número de vacas que se desee ordeñar por hora (Cuadro 2).

En hatos de alta producción (> 12 l/vaca/día), en cada puesto se construirá un comedero de cemento para dar concentrado. En hatos de baja producción (< 12 l/vaca/día) basta una paila plástica colocada en un anillo de metal (Anexo 7).

Sala de Máquinas. Cuando se usan baldes individuales, debe ser suficiente para lavar y albergar el equipo al final de cada jornada. En sistemas de tubería el lavado se hace en el sitio mediante una tercera tubería. Además se requiere un área techada para la bomba de vacío.

Cuadro 2. Numero de puestos de ordeño para hatos de diferente tamaño¹

No. Vacas	No. Puestos ²	Máquinas
< 12	1	1
20	2	2
30	4	4
40	5	5
50	2x3	3
70	2x4	4
90	2x6	6
120	2x6	6
150	2x7	7

¹ Duración del ordeño = 1.5 hrs.

² < 50 vacas, brete pasante simple = 5 vacas/puesto/hora

>50 vacas, espina de pescado con línea central = 7 vacas/puesto/hora,

Corral de espera. Se requieren 2.5 a 3 m² por vaca. El piso debe tener una pendiente entre 3 y 6% para facilitar la limpieza y el ingreso de los animales hacia la sala de ordeño (NRAES, 1992). Se usará zarán para techar la sala (Anexo 8). En clima cálido se recomienda la instalación de un sistema de duchas para reducir el estrés calórico.

Bodega para concentrados. Es un cuarto sencillo, preferiblemente hermético para evitar la entrada de insectos y roedores.

Oficina de administración e insumos. Se requiere un espacio para el administrador de la finca, en donde se tengan los registros de producción y reproducción, así como los contables. Además se almacenarán los insumos de limpieza y desinfección, medicamentos y suplementos necesarios.

2.1.3 Almacenamiento en frío

La calidad de la leche depende del ordeño y a menor sea su contaminación inicial, mayor será su vida útil. (García, 1979). Después del ordeño la leche debe ser enfriada a 4 °C, por lo que se propone el uso de tanques enfriadores con capacidad de refrigerar la leche de por lo menos un día. Para fincas pequeñas se recomienda el uso de un tanque comunal con capacidad de 2,000 litros, que sería manejado por 10 productores que entreguen 170 litros/día cada uno. Para las medianas, se recomienda un tanque de 1,100 litros en cada finca y en las fincas grandes uno de 2,000 litros.

El tanque es de acero inoxidable, con válvula de salida, vara de medir, motor agitador y unidad de enfriamiento de 2 HP para 1,100 l y 3 HP para 2,000 l. Las casas comerciales consultadas, distribuyen tanques reacondicionados en buen estado (Anexo 9).

Para el funcionamiento de un tanque comunal se requiere de un mayor control de calidad de la leche. Antes de ser aceptada se le hacen las pruebas de sedimentación con papel filtro y de acidez con alcohol. El costo de proceso en los centros de recolección y enfriamiento de leche (CREL) es de US\$ 0.02 por litro (L. 0.25/l)³, este costo se debe reducir de los ingresos según la producción total en cada finca.

En cuanto a la infraestructura necesaria, en el caso de las fincas pequeñas se necesita un edificio independiente de la sala de ordeño, con un área de recibimiento, lavado de equipo (yogos) y muestreo y análisis de la leche. Para las medianas y grandes, la instalación a construir solo abarcará el tamaño necesario para albergar el tanque y el compresor.

2.1.4 Cercos eléctricos

Se propone un sistema de pastoreo rotacional usando cercos eléctricos (Anexo 10). Los componentes de un cerco eléctrico son: energizador, postes de madera si son fijos, de plástico combinado con alambre si son móviles y accesorios (Anexo 11). En los cercos fijos se usa alambre galvanizado de alta tensión # 12.5 (2.5 mm de Ø). Para cercos móviles se usa plástico combinado con metal. Cuando se dispone de acceso a la red eléctrica se recomiendan los pulsadores cargados por la red, en caso contrario se usan pulsadores con batería y recargados mediante paneles solares, que son más costosos pero más seguros para el ganadero. La capacidad necesaria del pulsador se puede determinar según Behrend (2002):

	Factor Multiplicador
Tipo:	Red x 1; Batería x 0.2
Longitud:	en Km.
Material:	Galvanizado x 1; Plástico y alambre x 1.5
Número de hilos:	Uno x 1; dos x 1.25; tres x 2.

Es decir que para un cerco portátil (batería) de 5 Km. con alambre de plástico y dos líneas se requieren: $0.2 \times 5 \times 1.5 \times 1.25 = 1.88$ joule = 0.0005 Vatios/hora. Los energizadores más comúnmente encontrados en el mercado pueden generar desde 0.2 hasta 36 joules de salida para energizar de 0.1 hasta 120 Km. de línea viva (Garza, 2002).

Para dimensionar los cercos eléctricos se estimó en las fincas pequeñas y medianas una rotación de 21 días con dos de ocupación y 19 de descanso, es decir 10 potreros. En el caso de las fincas grandes, la rotación es igualmente de 21 días con uno de ocupación y 20 de descanso para tener 20 potreros. Para determinar la capacidad de carga del potrero se asumió que las vacas pesan 450 Kg, que su consumo diario de MS es del 2 % PV y que los potreros producen 80 Kg de MS/día con una utilización del 50 % (el resto se pierde por pisoteo y lignificación).

³ Comun. Pers. Ing. William Bonilla, Proyecto de comercialización y reactivación del sector lácteo de Honduras, USAID/ Land 'O' Lakes, San Pedro Sula, Honduras.

Con esto se obtuvo una carga animal de 4 vacas/ha con un aumento de 20 % por efecto del pastoreo rotacional con cercos eléctricos (Restrepo, 1992). En el Zamorano se tienen actualmente 6-7 vacas/ha en pasto guinea var. Tobiatá.

En cada finca se recomendó un área techada en el potrero con bebederos, de 2.5x5m, 2.5x10m y 5x12m para las fincas pequeñas, medianas y grandes respectivamente. Para determinar estas dimensiones se estimó un 20 % de los animales rotando por el bebedero.

2.2. ESTUDIO FINANCIERO

Consistió en un análisis de las variables técnicas y financieras que determinan la rentabilidad de cada inversión. Se utilizó la técnica de presupuestos parciales y algunos índices financieros (VAN y TIR) y se determinó la sensibilidad del proyecto propuesto. Para realizar este análisis se tuvo que determinar los costos fijos, de operación y variables generados por cada tecnología para consolidarlos en un solo flujo de caja sobre el cual se evaluó la rentabilidad en cada finca.

2.2.1 Planes de Inversión

Se realizó un plan de inversión de cada tecnología y para cada finca, con base en un presupuesto parcial de las necesidades de capital que se generó de la información recopilada en el estudio técnico.

2.2.2 Flujos de Caja

Se hizo una proyección financiera para cada tamaño de finca, considerando los ingresos adicionales por la introducción de las tres tecnologías propuestas; sin financiamiento y con un financiamiento total a una tasa de interés o descuento⁴ del 18% sobre el capital en moneda nacional.

2.2.3 Análisis de Sensibilidad.

Se analizó el riesgo del proyecto utilizando la metodología del análisis de fluctuaciones de los valores optimistas y pesimistas más probables del rendimiento del proyecto. Se asumió la variable precio como la única determinante para conocer la sensibilidad de la inversión propuesta.

⁴Tasa de interés actual en bancos de fomento.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EQUIPO DE ORDEÑO Y ENFRIAMIENTO

El uso de equipo para realizar el ordeño y enfriamiento de leche tiene dos beneficios: un aumento del 50% en la producción de leche y un 28% en el precio por mayor calidad de la misma. El equipo de ordeño que se propuso adquirir (cuadros 3, 4 y 5) representa alrededor del 30% sobre el total de la inversión. Los cálculos se hicieron con base en la cotización del distribuidor para Honduras de equipos Alfa Laval® (Anexo 12).

Cuadro 3. Costos del equipo de ordeño para una finca pequeña.

Tipo	Cantidad	Descripción del Equipo	Costo unit. (US\$)	Total (US\$)
Tambo	2	Máquinas de ordeño	1,075.00	2,150.00
	1	Bomba vacío VP-18	1,675.00	1,675.00
	1	Motor Eléctrico y Tubería PVC	750.00	750.00
	1	Lavador de máquinas	233.00	233.00
	1	Tanque de enfriamiento ¹	460.00	460.00
TOTAL				5,268.00

¹Se usará tanque comunal de 2060 l para 10 fincas, costo=US\$ 4,600.00

Cuadro 4. Costos del equipo de ordeño para una finca mediana.

Tipo	Cantidad	Descripción del Equipo	Costo unit. (US\$)	Total (US\$)
Tambo	4	Máquinas de ordeño	1,075.00	4,300.00
	1	Bomba vacío VP-74	2,660.00	2,660.00
	1	Motor Eléctrico y tubería	750.00	750.00
	2	Lavador de máquinas	233.00	466.00
	1	Tanque de enfriamiento (1130 l)	2,083.00	2,083.00
TOTAL				10,059.00

Cuadro 5. Costos del equipo de ordeño para una finca grande.

Tipo	Cantidad	Descripción del Equipo	Costo unit. (US\$)	Total (US\$)
Línea central	6	Máquinas de ordeño y tubería	1,575.00	9,450.00
	1	Bomba vacío VP-76	2,870.00	2,870.00
	6	Indicador Final	360.00	2,160.00
	1	Motor Eléctrico (3hp) y tubería	875.00	875.00
	1	Unidad final recolectora	4,075.00	4,075.00
	1	Tanque de enfriamiento (2060 l)	4,600.00	4,600.00
	TOTAL			

3.2 INSTALACION DE CERCOS ELECTRICOS

La inversión se calculó asumiendo un diseño rectangular, y que ya existe un cerco perimetral. En los cuadros 6, 7 y 8 se anotan los costos del equipo e instalaciones necesarias. Los costos fueron cotizados con el distribuidor para Honduras de equipo para cercos eléctricos marca Speed Rite® (Anexo 12) y algunos otros como los accesorios y alambre fueron cotizados en ferreterías nacionales.

Cuadro 6. Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de 4 ha. (Finca pequeña)

Materiales	Cantidad	Precio/unidad (US\$)	Costo Total(US\$)
Energizador 12V ¹	1	122.00	122.00
Postes	180	0.50	90.00
Lances de PVC 3/4" ²	6	3.00	18.00
Varillas a tierra	2	1.50	3.00
Desviador de rayos	1	5.00	5.00
Rollos de Alambre	4	45.00	180.00
Puertas	10	2.00	20.00
Mano de obra	2	4.00	8.00
Galera con bebedero (m ²)	12.5	20.00	250.00
TOTAL			696.00

⁽¹⁾Incluye 4 baterías doble alcalinas, 0.12 joules de salida, 4 Km. a energizar.

⁽²⁾Para fabricar aisladores.

Cuadro 7. Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de 10 ha. (Finca mediana).

Materiales	Cantidad	Precio/unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Energizador 12V ¹	1	122.00	122.00
Postes	225	0.50	112.50
Lances de PVC 3/4" ²	15	3.00	45.00
Varillas a tierra	2	1.50	3.00
Desviador de rayos	1	5.00	5.00
Rollos de Alambre	10	45.00	450.00
Puertas	10	2.00	20.00
Mano de obra	3	4.00	12.00
Galera con bebedero (m ²)	25	20.00	500.00
TOTAL			1,269.50

⁽¹⁾Incluye 4 baterías doble alcalinas, 0.12 joules de salida, 4 Km. a energizar.

⁽²⁾Para fabricar aisladores.

Cuadro 8. Costos para instalar cerco eléctrico en potrero de 20 ha. (Finca grande).

Materiales	Cantidad	Precio/unidad (US\$)	Costo Total (US\$)
Energizador 12V (1000) ¹	1	180.00	180.00
Panel solar ²	1	135.00	135.00
Postes	950	0.50	475.00
Lances de PVC 3/4" ³	30	3.00	90.00
Varillas a tierra	2	1.50	3.00
Desviador de rayos	1	5.00	5.00
Rollos de Alambre	20	45.00	900.00
Puertas	20	2.00	40.00
Mano de obra	5	4.00	20.00
Galera con bebedero (m ²)	60	20.00	1,200.00
TOTAL			3,048.00

⁽¹⁾Energía de salida joules=1, kilómetros a energizar=10.

⁽²⁾Incluye regulador de voltaje y conexión para carga de batería.

⁽³⁾Para fabricar aisladores.

3.3. INFRAESTRUCTURA

Se determinó el diseño más apropiado para cada nivel de producción, las dimensiones de cada área de operación y sus costos. El área de cada instalación fue determinada por el número de vacas a ordeñar. Los costos fueron calculados con base en las cotizaciones de mercado. Para las fincas pequeñas se estimaron los costos del local para el tanque enfriador y del total solo se incluyó un 10% por finca.

3.3.1 Diseño de salas

Con los bretes pasantes y usando dos y cuatro plazas se pueden ordeñar hasta 18 y 35 vacas/hora respectivamente. Con el diseño de espina de pescado con seis plazas a cada lado se pueden ordeñar hasta 84 vacas/hora; se estimó un tiempo máximo de ordeño de dos horas. Las dimensiones de las diversas obras se indican en el cuadro 9.

3.3.2 Costos de obras físicas

Para el cálculo de las inversiones en instalaciones u obras físicas, se cotizó el precio del metro cuadrado considerando que algunos como el corral de espera no requiere techo y la sala de ordeño no lleva paredes laterales y que otros como la sala de máquinas y oficina de administración, requieren de instalaciones eléctricas especiales, sanitarias y potables (cuadros 10, 11 y 12).

Cuadro 9. Areas estimadas para construir las salas de operación.

Instalaciones	Pequeña		Mediana		Grande	
	Medidas ¹	Área(m ²)	Medidas ¹	Área(m ²)	Medidas ¹	Área(m ²)
Sala de ordeño ²	3x6	18	3x12	36	8x10	80
Sala de máquinas	2x2	4	3x2	6	----	----
Corral de espera	9x5	45	11.5x10	115	18x15	270
Bodega para						
Concentrado	3x2	6	3x2	6	4x3	12
Oficina	3x3	9	3x3	9	4x3	12
Galera	2x2	4	2x2	4	2x2	4
Cuarto para tanque ³	----	----	3x5	15	5x5	25

¹ Ancho x Largo

² Brete pasante = finca pequeña y mediana; espina de pescado = finca grande

³ En fincas pequeñas se recomienda el uso de un tanque colectivo

Cuadro 10. Costos estimados de instalaciones para una finca pequeña.

Instalación	Costo/m ² (US\$)	Area Total (m ²)	Costo Total(US\$)
Sala de ordeño	100.00	18	1,800.00
Sala de máquinas	100.00	4	400.00
Corral de espera	75.00	45	3,375.00
Bodega para concentrados	100.00	6	600.00
Oficina	150.00	9	1,350.00
Galera	60.00	4.	240.00
Cuarto para tanque enfriador ¹	200.00	---	500.00
TOTAL			8,265.00

⁽¹⁾Costo proporcional por cada finca

Cuadro 11. Costos estimados de instalaciones para una finca mediana.

Instalación	Costo (US\$)/m²	Area Total (m²)	Costo Total (US\$)
Sala de ordeño	100.00	36	3,600.00
Sala de maquinas	100.00	6	600.00
Corral de espera	75.00	115	8,625.00
Bodega para concentrados	100.00	6	600.00
Oficina	150.00	9	1,350.00
Galera	60.00	4	240.00
Cuarto para tanque enfriador	150.00	15	2,250.00
TOTAL			17,265.00

Cuadro 12. Costos estimados de instalaciones para una finca grande.

Instalación	Costo(US\$)/m²	Area Total (m²)	Costo Total (US\$)
Sala de ordeño	100.00	80	8,000.00
Sala de maquinas	100.00	-----	-----
Corral de espera	75.00	270	20,250.00
Bodega para concentrados	100.00	12	1,200.00
Oficina	150.00	12	1,800.00
Galera	60.00	4	240.00
Cuarto de almacenamiento	150.00	25	3,750.00
TOTAL			35,240.00

3.4 COSTOS DE OPERACION

Se incluyó como costos de operación la mano de obra, los insumos (detergentes y desinfectantes), el consumo de agua y energía y el mantenimiento de equipo.

3.4.1 Mano de obra. Dependiendo del diseño y el equipo, un ordeñador puede atender a la vez cuatro maquinas de ordeñar y entre 45 a 150 vacas/hora (Vélez *et al.*, 2002); (cuadro 13). El costo por mano de obra se calculó con base en el salario mínimo de L. 1,954.50 (\$ 118.81) más el 40% por beneficios sociales, tomando en cuenta 13vo y 14vo mes, vacaciones y doble pago los días domingos (52/año) y feriados (12/año) para los empleados en las fincas pequeñas y medianas.

En las fincas pequeñas y medianas las actividades de vaquería y alimentación las puede realizar un solo trabajador, que sería el mismo que se encargue del ordeño; para la supervisión y mantenimiento del cerco eléctrico se requiere una persona más. Para las fincas grandes se propuso contratar a cuatro empleados permanentes que bajo un calendario de rotaciones atiendan las actividades diarias del ordeño, almacenamiento de

leche y mantenimiento de los cercos eléctricos, evitándose así los costos de pagar vacaciones y doble los feriados (cuadro 14).

Cuadro 13. Mano de obra necesaria para realizar ordeño en fincas de diferentes tamaños

Sistema de ordeño ⁽¹⁾	Número			Tiempo/vaca (min. y seg.)	Vacas/hora
	plazas	equipos	ordeñadores		
A mano ⁽²⁾	-----	-----	1	10.30	5-6
Brete Pasante	2	2	1	4.06	14
Brete pasante	4	4	2	4.06	28
Espina de pescado	8	4	1	1.36	37
Espina de pescado	10	5	1	1.24	42
Espina de pescado	12	6	2	2.06	57
Espina de pescado	16	8	2-3	1.48	64

¹Pequeñas y medianas fincas = brete pasante; fincas grandes = espina de pescado

²Para comparar ordeño manual con mecánico

Fuente: Ministerio de Agricultura de España (1979), adaptado por la autora.

3.4.2 Insumos de limpieza. La limpieza del equipo incluye un enjuague con agua fría, lavado con detergente y enjuague con agua caliente. Se recomienda el uso de detergentes alcalinos después de cada ordeño y detergentes ácidos una vez por semana; cuando se usan detergentes alcalinos se aplica al finalizar el enjuague un desinfectante clorinado. El consumo de detergente en promedio es de 200g/día para un sistema de tubería y de 100 g/día para el de tambo con cuatro máquinas; para una finca pequeña que se estimó un 50% menos que la finca mediana.⁴ El costo del desinfectante utilizado para el sellado y desinfección de pezones y pezoneras va incluido en los US\$ 3.65/kg que figuran en el cuadro de costos (cuadro 14).

3.4.3 Agua y energía. Para determinar este costo (cuadro 14), se estimó el consumo anual en kw/h del motor eléctrico, con una eficiencia del 75% sobre la potencia (2-3 HP) durante 5 horas de uso diario. El consumo de agua para limpieza del equipo es de 50 l/máquina de ordeño incluyendo el agua necesaria para lavar el tanque enfriador.

3.4.4 Mantenimiento de equipo. Como costo de mantenimiento del equipo se estimó un 5% sobre el total del equipo⁵ (cuadro 14).

⁴ Comun. Pers. Ing. Ramón Rodas, Docente Activo encargado de establo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras

⁵ Comun. Pers. Dr. Miguel Vélez, Profesor Asociado, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

3.4.5 Alimentación. Se estima que al usar rotación de potreros, se pueden obtener 6.5 l/vaca/día con alimentación a base de pasto. En el trópico, una producción superior solo se puede lograr suplementando la alimentación con concentrados (Vélez, *et al.*, 2002). Se calculó (cuadro 14), un consumo de una libra de concentrado por cada litro de aumento en producción por vaca, con un costo de US\$ 0.10 por libra. (L. 1.60/lb).

Cuadro 14. Costos de operación anuales estimados para tres tamaños de finca

Detalle	Unidad	Valor unit.(US\$)	Total Anual por finca(US\$)		
			Pequeña	Mediana	Grande
Mano de obra ¹	jornal / mes	248.00	5,952.00	5,952.00	9,312.00
Detergentes y desinfectantes	Kg	3.65	60.00	100.00	200.00
Energía eléctrica	kw/h	0.08	247.00	360.00	450.00
Agua Potable	gal	0.01	131.30	262.10	393.20
Mantenimiento	----	----	263.40	503.00	1,221.50
Alimentación	lb	0.10	1,460.00	7,300.00	39,420.00
Imprevistos			426.70	724.00	2,550.00
Total			8,519.00	15,201.00	53,547.00

⁽¹⁾Dentro del valor unitario se incluyen todos los derechos legales que tiene el empleado.

3.5 DEPRECIACIONES

3.5.1 De Equipo y obras físicas. Las obras físicas al igual que los equipos tienen una vida útil sobre la cual se deprecian. La depreciación de inversiones en equipo de ordeño, cercos eléctricos y almacenamiento en frío se realizó a 10 años y en infraestructura a 20 años. El total de depreciaciones anuales es un componente del flujo de caja y sirve en gran medida para reducir los impuestos a pagar. (Sapag y Sapag, 2000). En el cuadro 15 se muestran los resultados del cálculo de depreciaciones para los tres tamaños de finca.

3.5.2 De Semovientes. Se estimó una vida útil de 4 años para las vacas y de 3 años para los toros. El valor inicial para las vacas, esta dado por una regla general que aplica en Honduras en la que se asigna un precio base de Lps. 8,000 a 10,000 más Lps. 1,000 por cada litro de leche que produzca la vaca; los valores iniciales se calcularon con base en los parámetros de producción que se indicaron en el cuadro 1 (cuadro 16). Estos activos salen con un valor de rescate dado por el valor en carne que forma parte de los ingresos en el flujo de caja y se resumen en el cuadro 17.

Cuadro 15. Depreciación de las inversiones.

Tamaño finca	Tipo de inversión	Costo Total (US\$)	Vida útil (años)	Amortización (US\$/año)
Pequeña	Obras físicas	8,265.00	20	413.25
	Maquinaria y equipo ¹	5,964.00	10	596.40
Mediana	Obras físicas	17,265.00	20	863.25
	Maquinaria y equipo ¹	11,328.50	10	1,132.85
Grande	Obras físicas	35,240.00	20	704.80
	Maquinaria y equipo ¹	27,478.00	10	2,747.80

¹Incluye las tres tecnologías

Cuadro 16. Cálculo del valor de compra de las vacas.

Finca	Precio base US\$	Producción l/vaca/día	Valor por cada litro US\$	Aumento por Producción	Valor total US\$
Pequeña	490	8.5	60	510	1000
Mediana	540	12	60	720	1260
Grande	600	17	60	1020	1620

Cuadro 17. Depreciación de vacas y toros

Tamaño de finca	Costo total semovientes ¹ (US\$)	Valor de rescate		Amortización (US\$/año)
		Vacas	Toros	
Pequeña	6500	1900	750	1025
Mediana	18120	4560	1500	3140
Grande	57600	11400	4500	10800

⁽¹⁾Costo inicial/vacas de 8.5 l = US\$ 1000; de 12 l = US\$ 1260; de 17 l = US\$ 1620; toros = US\$ 1,500.00

3.6 FLUJO DE CAJA

Los ingresos fueron proyectados con base en la venta de leche a un precio mínimo de US\$ 0.28/l y se tomó en cuenta el bono por mantener la calidad de la leche al usar tanques enfriadores que oscila entre 8 y 10 centavos de dólar de incremento en el precio (LACTHOSA, 2002). La venta de vacas y toros de descarte forman parte de los ingresos y se calculó dicho monto tomando un 25% de descarte anual en vacas, a un precio de venta de US\$ 380/vaca. Para el caso de los toros, el descarte se hace para evitar consanguinidad, y se estimó 100% de descarte cada tres años. Cada toro tiene un precio de venta aproximado de US\$ 750.

Los egresos están formados por la inversión inicial, que en el momento cero ascendieron a US\$ 14,229 en las fincas pequeñas, US\$ 28,594 en las medianas y US\$ 62,718 en las grandes. En los años siguientes se determinaron egresos por los costos de operación, la venta de animales, y las depreciaciones. En el flujo de caja proyectado con financiamiento el pago del capital y los intereses generados formaron parte también de los egresos. Los intereses se calcularon asumiendo un financiamiento total con una tasa de interés anual de 18% sobre moneda nacional. Para efectos de este estudio todos los cálculos se presentan en dólares, a una tasa de cambio de 16.4506 lempiras/dólar⁶.

3.6.1 Flujo de caja sin proyecto

Se realizó para estimar la situación actual de las fincas antes de la introducción de las tecnologías, y se encontró que el flujo actual aumenta en más de 10 veces el valor al ser proyectado a 7 años con la introducción de las tecnologías (Anexo 13)

3 6.2 Flujo de caja con proyecto sin financiamiento

Para determinar la factibilidad de la inversión, se evaluó el flujo de efectivo sin apalancamiento financiero. Para ello, se calculó el monto total a invertir en cada proyecto para introducir las tecnologías propuestas, mediante la elaboración de un flujo de caja con proyección a 7 años obteniendo un flujo positivo mayor a partir del primer año de US\$ 3,300, US\$ 38,300 y US\$ 142,000 para cada finca respectivamente (Anexo 14). El valor actual neto que resultó de este ejercicio se anota en el cuadro 18.

3.6.3 Flujo de caja con proyecto financiado

Con esta proyección financiera, se determinó el efecto de la inyección de efectivo al proyecto, tomando en cuenta amortizaciones y pago de intereses anuales sobre el capital (Anexo 15). El valor actual neto resultante fue menor que el del flujo proyectado sin financiamiento. La tasa interna de retorno se mantuvo alta, pero se vio afectada al resultar menor que la calculada en el flujo anterior. En el cuadro 18 se indican los valores resultantes.

⁶ Tasa de cambio promedio al mes de Julio de 2002, Banco Central de Honduras.

3.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Para el análisis del riesgo se escogió el precio de la leche como la variable más incontrolable ya que ésta no puede ser modificada por el productor y es la que más fluctuante puede resultar en un momento dado.

El precio es el principal factor que influye en la rentabilidad de los sistemas propuestos. En las fincas pequeñas el análisis de sensibilidad demostró que el proyecto es altamente sensible a cambios en el precio de la leche. Al reducir el precio un 25% y en un período de evaluación de 7 años el proyecto no puede aceptarse porque resulta un VAN negativo de US\$ -5,608 y una TIR de 5% que es menor a la tasa de descuento usada en los cálculos. En las fincas medianas y grandes, el proyecto sí es rentable, y en un plazo de 7 años se recupera la inversión (cuadro 19, anexo 18).

Cuadro 18. Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno de los flujos del proyecto.

Finca	VAN (US\$)			TIR %	
	Actual	Sin Fin.	Con Fin	Sin Fin.	Con Fin.
Pequeña	357	68	7,204	18	34
Mediana	9,392	104,582	60,307	134	96
Grande	36,811	417,128	255,590	227	151

Cuadro 19. Resultados del análisis de fluctuaciones para determinar la sensibilidad.

Finca	VAN (US\$)				TIR %			
	Optimista		Pesimista		Optimista		Pesimista	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Pequeña	7,186	14,322	(12,108)	(5,608)	36	50	-13	5
Mediana	103,786	91,947	33,444	21,605	134	124	57	45
Grande	366,975	341,006	127,812	101,843	202	193	84	74

4. CONCLUSIONES

- La introducción de ordeño mecánico, tanques enfriadores y cercos eléctricos es rentable en todos los casos.
- La mayor rentabilidad se obtiene en explotaciones grandes aun con financiamiento externo.

5. RECOMENDACIONES

Cotizar equipos de otras marcas.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Behrend, S. 2002. Weidezaeune: Mehr Komfort – mehr Sicherheit. Top agrar. 5:R14 – R17.
2. García, J. 1979. Manual de Ordeño Mecánico. Ministerio de Agricultura de España. Madrid, España, Publicaciones de Extensión Agraria, Unigraf S.A. 272p.
3. Garza, R. 2002. El ABC de los cercos eléctricos. Tampico, México, Editorgráfico. 107p.
4. Grigniani, U. 1970. El Ordeño Mecánico: Técnica y Fisiología. Trad. Joaquín Serna. Zaragoza, España, Editorial Acribia. 131p.
5. Jara Almonte, M. 1999. Rehabilitación y reactivación de la ganadería de leche en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 71p.
6. NRAES (Northeast Regional Agricultural Engineering Service) 1992. Milking Center Design: Proceedings from the National Milking Center Design Conference. Harrisburg, Pennsylvania, U.S.A, NRAES Press. Serie No.66, 314p.
7. Proyecto Zamorano-USAID, componente leche. 2000. Diagnóstico de la Ganadería en el Litoral Atlántico de Honduras. 38p.
8. Restrepo Vélez, L. 1992. Rendimiento y calidad del forraje, capacidad de producción de leche y cambios en la composición botánica de una pradera de Transvala (*Digitaria decumbens*) bajo pastoreo continuo y rotacional. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 45p.
9. Sapag, N.; Sapag, R. 1999. Preparación y Evaluación de Proyectos. Ed. por Patricia Ortega Wiedmaier. Cuarta 4 ed. Santiago, Chile, McGraw-Hill/Interamericana de Chile Ltda. 439p
10. Vélez, M.; Hincapié, J.; Matamoros, I.; Santillán, R. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. 4 ed. Zamorano, Honduras, Zamorano Academic Press. 326p