

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN
SEMI TECNIFICADA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO
DE MAÍZ (*Zea mays*), PARA ALIMENTAR UN HATO TÍPICO
BOVINO DE LOS DEPARTAMENTOS DEL CORREDOR
SECO DEL ORIENTE DE GUATEMALA**

MARIA ISABEL TUCUX PÉREZ

Licenciada en Zootecnia

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN SEMI
TECNIFICADA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ
(*Zea mays*), PARA ALIMENTAR UN HATO TÍPICO BOVINO DE LOS
DEPARTAMENTOS DEL CORREDOR SECO DEL ORIENTE DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

MARIA ISABEL TUCUX PÉREZ

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	P. Agr. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V	Br. Maria José Solares Herrera

ASESORES

M.Sc. SERGIO ADOLFO REYES ALBUREZ

LIC. ZOOT. MARCO VINICIO DE LA ROSA MONTEPEQUE

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN SEMI
TECNIFICADA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ
(*Zea mays*), PARA ALIMENTAR UN HATO TÍPICO BOVINO DE LOS
DEPARTAMENTOS DEL CORREDOR SECO DEL ORIENTE DE
GUATEMALA**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo para optar al título de:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS:** Por brindarme la vida y bendiciones, permitiéndome llegar a este momento importante en mi camino.
- A MIS PADRES:** Marco Antonio y Sonia Argentina, quienes son mi base en la vida, gracias por su amor infinito, valores, palabras y miradas que siempre han reconfortado y por su apoyo incondicional, los amo.
- A MIS HERMANOS:** José Roberto y Marco Antonio, por ser mis pilares en esta vida, gracias por compartir todos estos años los buenos y malos momentos, siempre juntos.
- A MIS AMORES:** Nicolás, por ser el hombre que Dios escogió para mí, por estar siempre a mi lado y caminar juntos tomados de la mano en cualquier circunstancia de la vida y a nuestro bebé Daniel Alejandro, gracias por escogernos como tus papis. Los amo.
- A MIS ABUELITOS Y ABUELITAS:** Flavio Tucux (†), Juventina de Tucux, Efraín Pérez (†) y Alicia Vielman, gracias por su amor infinito y consejos que valen oro.
- A MI FAMILIA:** Por su amor y siempre compartir los buenos y malos momentos.
- A MI SEGUNDA FAMILIA:** Don Carlos, Doña Glaríz, Don José, Mishy, Carol y Carlos, por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Mi alma mater y en especial a la Escuela de Zootecnia, por abrirme las puertas y brindarme el conocimiento para poder apoyar y ayudar al pueblo de Guatemala, agradeciendo la oportunidad que me dieron de estudiar en tan gloriosa Universidad.

A MIS AMIGOS DE LA FACULTAD: Luis Diego Barragán, Diego Álvarez y Ricardo Galindo, gracias por su apoyo, consejos y cariño; por ser amigos para toda la vida.

A MIS ASESORES DE TESIS: M.Sc. Sergio Reyes y Lic. Marco De La Rosa, por apoyo, paciencia y dedicación a este trabajo de investigación.

A MIS CATEDRÁTICOS: Por brindarme de conocimientos durante la carrera y a la Licenciada Karen Hernández, por su apoyo y amistad al laborar a su lado como auxiliar de cátedra.

A MARIA FERNANDA LÓPEZ: Por tu apoyo incondicional y cariño desde el momento que llegaste a nuestra familia y por tu conocimiento brindado a esta investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
	2.1 Objetivo general.....	3
	2.2 Objetivos específicos.....	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 Corredor seco.....	4
	3.2 Características del corredor seco de Guatemala.....	5
	3.3 Maíz.....	6
	3.4 Hidroponía.....	7
	3.5 Forraje verde hidropónico.....	7
	3.6 Sistema semi tecnificado.....	8
	3.7 Hato típico.....	8
	3.8 Análisis de pre factibilidad económica.....	8
	3.9 Herramientas para evaluación de proyectos.....	9
	3.9.1 Valor Actual Neto (VAN).....	9
	3.9.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	9
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
	4.1 Materiales.....	11
	4.2 Metodología.....	11
	4.2.1 Hato típico estático en el periodo de estudio.....	11
	4.2.2 Determinación del volumen de producción de forraje verde hidropónico.....	12
	4.2.3 Análisis de pre factibilidad económica.....	12
	4.2.3.1 Estimación de costos.....	12
	4.2.3.2 Ingresos.....	13
	4.2.3.3 Tasa de Retorno Mínima Aceptada (TREMA).....	13
	4.2.3.4 Valor Actual Neto (VAN).....	14

4.2.3.5	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	15
4.2.3.6	Relación Beneficio Costo (RBC).....	16
4.2.3.7	Factor de Actualización (FA).....	16
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
5.1	Características del hato típico.....	18
5.1.1	Número de cabezas de ganado.....	18
5.1.2	Área de fincas.....	18
5.1.3	Propósito de la producción bovina.....	19
5.1.4	Categorías que conforman el hato típico.....	20
5.2	Desarrollo biométrico del hato típico.....	21
5.3	Estimación del consumo y producción de forraje verde hidropónico.....	24
5.3.1	Sistema de producción semi tecnificado.....	24
5.3.2	Insumos para elaboración del forraje verde hidropónico	28
5.4	Dimensión de infraestructura.....	30
5.5	Análisis económico.....	32
5.5.1	TREMA.....	32
5.5.2	Flujo de caja.....	32
5.5.3	Relación beneficio/costo.....	37
5.5.4	Valor Actual Neto (VAN).....	38
5.5.5	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	39
VI.	CONCLUSIONES.....	41
VII.	RECOMENDACIONES.....	42
VIII.	RESUMEN.....	43
	SUMMARY.....	45
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Rango de altura sobre el nivel del mar y variables climáticas de los departamentos del oriente de Guatemala.....6

Cuadro 2.

Número de área total (ha) de ganadería de los departamentos del oriente de Guatemala.....19

Cuadro 3.

Porcentaje total de fincas de ganado de leche, carne y doble propósito en los departamentos del oriente de Guatemala.....20

Cuadro 4.

Típico por categorías.....21

Cuadro 5.

Índices zootécnicos de reproducción.....22

Cuadro 6.

Índices de producción que se utilizaron.....22

Cuadro 7.

Cuadro biométrico, cabezas de ganado conducente a cinco años.....23

Cuadro 8.

Costo de inversión (infraestructura y equipo).....26

Cuadro 9.	
Depreciación.....	26
Cuadro 10.	
Costos de producción (materia prima de FVH).....	27
Cuadro 11.	
Costos de mano de obra.....	27
Cuadro 12.	
Utilización de insumos para la producción de forraje verde hidropónico por día...28	
Cuadro 13.	
Consumo diario de forraje verde hidropónico de maíz.....	29
Cuadro 14.	
Producción de forraje verde hidropónico para hato típico diario y en período de cosecha (15 días).....	29
Cuadro 15.	
TREMA.....	33
Cuadro 16.	
Ingresos proyectados a 5 años.....	34
Cuadro 17.	
Egresos proyectados a 5 años.....	34
Cuadro 18.	
Flujo de caja.....	36

Cuadro 19.	
Relación beneficio/costo.....	37
Cuadro 20.	
Valor actual neto.....	38
Cuadro 21.	
Valor actual neto negativo.....	39
Cuadro 22.	
Tasa interna de retorno.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.

Diagrama de medidas de estantería y bandejas.....31

Figura 2.

Diagrama de medidas de Invernadero.....32

I. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos climatológicos adversos como la sequía prolongada, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, han incrementado en los últimos años, afectando de forma negativa la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para la alimentación de los animales, lo cual provoca que en numerosas ocasiones hallan ocurrido pérdidas importantes en diferentes especies de ganado doméstico y la disminución de componentes alimenticios como: forraje, henos, ensilajes o granos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO], 2001).

La falta de nutrientes y de agua en el suelo, limita por períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde para los animales, lo anterior provoca, alta mortalidad y pérdidas de peso, escaso volumen de leche, abortos y problemas de fertilidad, entre otras. Este problema enfoca la necesidad de ejecutar alternativas de producción de forraje que permitan disminuir o prevenir las pérdidas productivas por los factores antes mencionados (Van der Zee Arias, Van der Zee, Meyrat, Poveda & Picado 2012).

El costo económico de la alimentación para la producción animal, representa entre el 70% a 80% del costo total de producción; dado a que la materia prima cada año aumenta de precio y así mismo incrementa el costo de la elaboración de los alimentos balanceados; además, las pérdidas importantes de granos por los cambios climáticos, es otra razón que incide en el incremento del costo de producción (FAO, 2001).

Por lo antes expuesto y haciendo propio lo manifestado por Dardón (2016), quien menciona que “las consecuencias del cambio climático en el corredor seco de la región oriente del país son: pérdida de suelo, resistencia de plagas y enfermedades, así como la contaminación del agua, las cuales harán que la

hidroponía pueda ser una de las pocas opciones viables para el desarrollo de algunos de los cultivos de hortalizas y pastos a escala comercial” (parr 20), razón por la cual, la FAO (2001), denuncia que el cultivo de plantas con fines forrajeros (maíz, cebada, avena, sorgo y alfalfa), en medio hidropónico, puede resultar provechoso en la alimentación animal, permitiendo cultivar especies vegetales altamente productivas en medios artificiales o sustratos en donde las raíces se llegan a desarrollar adecuadamente.

Con fundamento en lo anterior, el estudio se enfocó en elaborar un análisis técnico-económico, con el concepto de generar información financiera para los productores que poseen un hato típico bovino en los departamentos del oriente de Guatemala, los cuales tienen características climáticas que enmarcan una porción del corredor seco y que pretendan introducir la hidroponía como alternativa para alimentar al ganado bovino, y que dicho forraje proporcione la ración según la cantidad recomendada por la FAO (2001), la cual es de 1 a 2 kilos de forraje verde, por cada 100 kilos de peso vivo. (pag.19)

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Generar información económica de la producción de forraje verde hidropónico de maíz, para las condiciones prevalentes en los sistemas de producción bovina, en los departamentos ubicados en el corredor seco del oriente de Guatemala.

2.2 Objetivos Específicos

1. Determinar las características productivas y reproductivas que describen un hato típico de bovinos en los departamentos del oriente de Guatemala, que poseen particularidades que lo enmarcan como área de corredor seco.
2. Determinar las dimensiones del invernadero para producir forraje verde hidropónico, para alimentar un hato típico de bovinos.
3. Desarrollar un análisis de pre factibilidad económica para evaluar un sistema semi tecnificado de producción de forraje verde hidropónico de maíz, como alimento para ganado bovino aplicando las siguientes herramientas financieras: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio/Costo (RBC).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Corredor seco

El nombre corredor seco se debe a un fenómeno climático cíclico llamado sequía, que, por sus características, afecta en mayor grado a la agricultura y ganadería. Las variables climáticas que son consideradas para denominar a una región como corredor seco, son las siguientes: a) La humedad relativa que oscila entre 60 y 72%, b) La evapotranspiración potencial que fluctúa entre 600 y 800 mm. anuales, lo que explica el déficit de agua en la región, c) La temperatura que oscila entre 22 y 28 °C, con máximas de 45 °C, durante los meses de marzo y abril y mínimas de 7 °C en el mes de diciembre y d) precipitación pluvial que varía entre 600 a 1600mm por año (Van der Zee. et al., 2012).

Lo antes expuesto, unido a lo manifestado por Tórtola (2015), quien dice que los principales efectos del cambio en el clima de los ecosistemas de la región, están relacionados con el aumento de la temperatura y la disminución del recurso hídrico, derivado principalmente a causa de la deforestación, inconsciencia de la población y otros factores (pág. 1).

El mayor impacto visible y que provoca incremento a el área del corredor seco, es por efecto cíclico del fenómeno climático denominado “El Niño”, el cual produjo en Guatemala un déficit hídrico importante durante el 2009, que se hizo presente con mayor intensidad durante julio, agosto y septiembre, los meses clave para la producción de granos básicos. Esto ocasionó pérdidas importantes (entre 50-100%) en cultivos de maíz, y frijol en áreas del corredor seco, provocando esto crisis alimentaria en las familias que pertenecen a este territorio (Tórtola, 2015).

En la región del oriente de Guatemala, se manifiesta el aumento de la intensidad de los fenómenos naturales, que lo hacen más vulnerable a desastres,

debido a la manipulación del humano a los ecosistemas, así como por aplicar prácticas agrícolas no sostenibles y el crecimiento urbano desordenado que aporta otro problema, la contaminación de los diferentes recursos hídricos (Tórtola, 2015).

3.2 Características del corredor seco de Guatemala

Actualmente 11 de los 22 departamentos de Guatemala, tienen regiones con características climáticas que los enmarcan dentro del dominio de corredor seco, que en total representan 9 mil 632 km², sin embargo, son los departamentos del oriente conformados por Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, El Progreso y Zacapa, los cuales aportan el 54% del total de la extensión territorial, denominada como corredor seco (Tórtola, 2015).

La región formada por los departamentos antes mencionados, tienen las siguientes zonas de vida: monte espinoso subtropical y bosque seco subtropical, en donde la reserva de biósfera Sierra de las Minas, al pie de la cual se encuentra el valle del Motagua, es la principal barrera natural para la humedad proveniente del Atlántico, provocando la extrema condición seca de la región. La temporada lluviosa es de mayo a septiembre, y una temporada seca los meses restantes del año (Tórtola, 2015).

El cuadro 1. muestra el rango de algunas de las variables climáticas y la altura sobre el nivel del mar, que se manifiesta en los departamentos del oriente de Guatemala y que la caracteriza para ser denominados como corredor seco.

Cuadro 1. Rango de altura sobre el nivel del mar y variables climáticas de los departamentos del oriente de Guatemala

Departamento	Altura (msnm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Precipitación pluvial (mm)
El Progreso	245 a los 1,240	25 a 28	60	780 a 850
Jalapa	800 a los 1,720	16 a 27	71	975 a 1000
Jutiapa	407 a los 1,233	18 a 30	66	1100 a 1390
Zacapa	130 a los 880	32 a 34	55	650 a 1590
Chiquimula	424 a los 950	21 a 33	62	920 a 1550

Fuente: Adaptado de Van der Zee. et al. (2012)

3.3 Maíz

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. El maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C y alta incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura en el período de crecimiento debe situarse entre los 15 a 20 °C.; además, llega a soportar temperaturas mínimas de 8 °C y 7 a partir de los 30 °C, pueden aparecer problemas serios por mala absorción de nutrientes minerales y agua (López, 2014).

El maíz tiene tres usos principales: alimento para humanos, forraje para animales y materia prima para la industria. Como alimento, se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, En lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del 60 por ciento de la producción se emplea para elaborar ensilados para rumiantes; en los últimos años, aun en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental para el humano, el fruto se utiliza como ingrediente para la fabricación de alimentos balanceados para animales.

3.4 Hidroponía

Desde hace relativamente poco, el maíz «de elevada humedad» ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia de la transformación de los alimentos (FAO, 1993).

La hidroponía es una técnica de cultivo de plantas sin el uso de suelo, cuando las mismas se desarrollan en algún tipo de sustrato inerte, irrigado por una solución nutritiva, puede también utilizarse el término “cultivo sin tierra”. Esta técnica aprovecha mejor el espacio disponible en áreas donde la disponibilidad de la tierra comienza a ser problema o se ha vuelto improductiva, debido a que aumenta significativamente el rendimiento por unidad de área (López, 2014).

3.5 Forraje verde hidropónico

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o “green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad (80%), calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas principalmente de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (FAO, 2001).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello

El FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de rumiantes como los corderos, cabras, terneros y vacas en ordeño; así como para; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde (FAO, 2001).

3.6 Sistema semi tecnificado

Los sistemas semi tecnificados tienen como principal característica, utilizar tecnología moderna al mismo tiempo que técnicas tradicionales de manejo, sus parámetros productivos son muy variables; presentan tecnología en la infraestructura y en el manejo, mostrando estas, como sus necesidades básicas para un buen funcionamiento, los sistemas semi tecnificados presentan altos costos de producción y presentan alta vulnerabilidad ante cambios económicos de los precios y la demanda.

3.7 Hato típico

Consiste en un número promedio de animales, el cual representa o reproduce un tipo, o posee sus características básicas y valor numérico que pueda representar de la mejor manera todos los valores de un lugar (Español Oxford living Dictionaries, 2016).

3.8 Análisis de pre factibilidad económica

Thompson (2009) dice que el estudio de pre factibilidad comprende el análisis económico de las alternativas de inversión que dan solución al problema planteado. “Los objetivos de la pre factibilidad se cumplirán a través de la preparación y evaluación de proyectos que permitan reducir los márgenes de incertidumbre a través de la estimación de los indicadores de rentabilidad socioeconómica y privada

que apoyan la toma de decisiones de inversión. La fuente de información debe provenir de fuente secundaria.” (parr 2).

El análisis económico va de la mano con el análisis financiero, los cuales son un conjunto de técnicas utilizadas para diagnosticar la situación y perspectivas de la empresa con el fin de poder tomar decisiones adecuadas en el momento oportuno.

3.9 Herramientas para evaluación de proyectos

La teoría financiera nos brinda una gran gama de herramientas para la evaluación y selección de proyectos, siendo las más utilizadas las que tienen como base el descuento de flujos de efectivo, valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno/rendimiento (TIR) (Metzger, 2014).

3.9.1 Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos y los egresos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios (Metzger, 2014).

3.9.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0. El argumento básico que respalda a este método es que señala el rendimiento

generado por los fondos invertidos en el proyecto en una sola cifra que resume las condiciones y méritos de aquel (Mete, 2014).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron distintos materiales, los cuales fueron necesarios para generar los datos y la utilización de ellos.

- Materiales y equipos de oficina.
- Materiales y equipos de tecnología y computación.
- Equipo de transporte y comunicación.
- Material de recursos de biblioteca.

4.2 Metodología

4.2.1 Hato típico estático en el período de estudio

La caracterización del hato típico se realizó con los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), obtenidos en el IV Censo Nacional Agropecuario, los cuales fueron publicados en el año 2005. La información se enfoca en los cinco departamentos del oriente de Guatemala (Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, El Progreso y Zacapa), donde según Tórtola (2015), abarca 5 mil 236 km² que corresponde al 54% del total de la extensión territorial, denominada como corredor seco; el hato se utilizó de forma estática, por lo tanto, no generó aumento en las cabezas de ganado.

Para caracterizar el hato típico, se analizó a través de la moda de las siguientes variables:

- Número de cabezas de ganado.
- Área de finca.
- Objetivo de la producción.

4.2.2 Determinación del volumen de producción de forraje verde hidropónico

La producción del forraje verde hidropónico se determinó en base a las especificaciones de las dosis recomendadas por la FAO, 2001, 2 kilos de FVH por cada 100 kg de peso vivo en ganado bovino, se estableció el consumo de forraje para cada una de las categorías del hato, para lo cual se determinó la cantidad de siembra de semilla diaria y la cosecha por un periodo de 15 días, con los resultados obtenidos, se procedió a dimensionar la infraestructura, generando el área del invernadero necesaria, estanterías y equipo a utilizar.

4.2.3 Análisis de pre factibilidad económica

Para el estudio económico, se aplicaron herramientas financieras para determinar la viabilidad del proyecto, y puntualizar la toma de decisiones; Las herramientas utilizadas fueron: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (RBC).

4.2.3.1 Estimación de costos

- Costos de inversión son integrados por aquellos elementos imprescindibles para la producción de forraje verde hidropónico. Por lo tanto, se debe de adquirir infraestructura y equipo específico como: invernadero, bandejas, sistema de riego, micro aspersores, bomba de agua, estanterías, temporizador y depósito de agua. La inversión fue cotizada por empresas del sector.
- Costos de producción hacen referencia a mano de obra y costos de materias primas; por lo que la mano de obra fue aplicada con el salario mínimo para las actividades agrícolas, indicado por el Ministerio de Trabajo (2018) y los

precios de materias primas consultadas en Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2018).

- Préstamo bancario Permite a una persona, física o jurídica, adquirir un determinado bien o servicio, financiar un proyecto personal o de negocio, etc. gracias a que una entidad bancaria o de crédito le adelanta, de una sola vez, el capital o dinero necesario para ello, el préstamo se calculó con el interés del Banco de Guatemala (2018) y las cuotas se pagaron durante el tiempo de vida del proyecto (Casia, s.f.).

3.2.3.2 Ingresos

Los ingresos se estimaron utilizando los datos promedios de producción: litros de leche y peso vivo de los animales; generados del IV Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Estadística, (INE, 2005), y del Modelo de Producción Bovina de Doble Propósito para Cuyuta, Escuintla, (2000), posteriormente se realizó un cuadro biométrico; al utilizar esta herramienta se modificó la proyección del hato bovino para no generar crecimiento a lo largo del tiempo de vida del proyecto de 5 años. Los ingresos fueron estáticos, ya que no hay información actualizada de la ganadería bovina en Guatemala que respalde el estudio realizado, por lo tanto, se trabajó con un hato típico de la región oriente de Guatemala, con los datos generados del IV censo agropecuario.

4.2.3.3 Tasa de retorno mínima aceptada (TREMA)

La TREMA es un porcentaje utilizado para actualizar los flujos de efectivo de un proyecto a tiempo cero, evaluando a través de los flujos descontados o actualizados si el proyecto es conveniente o no (Casia s.f.).

Para el cálculo de TREMA se utilizó la metodología descrita por Morales (2015), quien utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{TREMA} = \sum (\text{TL}) + (\text{TII}) + (\text{TIPP}) + (\text{TRP})$$

Dónde:

TREMA: Tasa de retorno mínima aceptada.

Tasa Líder (TL): tasa libre de riesgo, tasa que ofrece el Banco Central a las entidades financieras por la colocación de dinero a corto plazo.

Tasa de Inflación Interanual (TII): es la variación del índice de precios experimentada entre un mes determinado del año y el mismo mes del año precedente, en el estudio se utilizó datos del mes de abril año 2017.

Tasa de Interés Promedio Ponderada (TIPP): considera la participación de cada institución bancaria, por tipo de operación activa, por plazo, dentro del sistema bancario.

Tasa de Riesgo País (TRP): medida de estimación de riesgo, se toma como referencia lo que corresponde a los bonos estatales, es decir, se toma como referencia la Deuda Soberana (Morales, 2015).

4.2.3.4 Valor actual neto (VAN)

Para el cálculo del VAN se utilizó la metodología descrita por Casia (s.f.), quien utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{VAN} = \sum \text{FNEA} (-) \text{Inversión}$$

Dónde:

- VAN: Valor actual neto.
- \sum FNEA: Sumatoria de Flujos Netos de Efectivos Actualizados.

- Criterio de Decisión Si el valor actual neto de un proyecto independiente es mayor o igual a 0 el proyecto se acepta, caso contrario se rechaza. Según Mete (2014) y Casia (s.f.), obtener un valor negativo de VAN, no implica necesariamente que no se estén obteniendo beneficios, sino que evidencia alguna de estas situaciones: que no se están obteniendo beneficios o que estos no alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto. (pág. 97 parr 2)
- Para el proyecto es necesario utilizar también el VAN negativo, este se calcula de la misma manera al VAN positivo, este método es de prueba y error, se aplican por lo menos 5 puntos porcentuales a la tasa original de descuento (TREMA).

4.2.3.5 Tasa Interna de Retorno (TIR)

El cálculo de la TIR se realizó con la metodología indicada por Casia (s.f.), quien utiliza la ecuación siguiente:

$$TIR = R + (R2 - R1) \left(\frac{VAN(+)}{VAN(+)-VAN(-)} \right)$$

Dónde:

TIR: Tasa interna de rendimiento/retorno.

R: Tasa Inicial de descuento.

R1: Tasa de descuento que origina el VAN+.

R2: Tasa de descuento que origina el VAN-.

Van+: Valor Actual Neto Positivo.

Van-: Valor Actual Neto negativo. (pág. 99)

Criterios de Decisión Cuando la TIR obtenida es mayor a la TREMA, se acepta el proyecto, pero cuando es igual a la TREMA, será según el criterio del productor.

4.2.3.6 Relación Beneficio Costo (RBC)

Para el cálculo de RBC (Índice de deseabilidad), es importante conocer que esta herramienta toma en cuenta los ingresos por venta y los egresos del período, utilizando para su estimación la metodología de Casia (s.f.), quien utiliza la ecuación siguiente:

$$RBC = \frac{\text{VA Ingresos Brutos}}{\text{VA Costos/Gastos Brutos}}$$

Donde:

RBC: Relación beneficio costo.

VA Ingresos Brutos: Valor actual de los Ingresos brutos (ventas).

VA Costos/Gastos Brutos: Valor actual de los costos/gastos. (pág.105 parr 3).

Criterios de Decisión: Si la RBC es mayor que la unidad (1.00) se acepta el proyecto, pero si es igual o menor que 1.00 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.

Para el estudio financiero de un proyecto se puede establecer una evaluación de 5 años para alcanzar una perspectiva amplia y clara del proyecto a través del tiempo utilizando las herramientas mencionadas anteriormente (Baca, 2010).

4.2.3.7 Factor de Actualización (FA)

Es el coeficiente utilizado para averiguar el valor actual (presente) de cualquier flujo de caja futuro, para el estudio se siguió la metodología de Casia (s.f.), utilizándola para el cálculo de VAN, TIR y RBC, con la siguiente ecuación:

$$FA = 1/(1 + i)^n$$

Donde:

F.A: Factor de actualización.

1: Número constante.

r: Tasa.

n: Período o año (pág. 98).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características del Hato Típico

5.1.1 Número de cabezas de ganado

Se determinó utilizar para este estudio el rango de 20 a 49 cabezas de ganado por finca, estableciendo el hato típico a utilizar, siendo el dato con valores de mayor frecuencia en la distribución de datos (moda), considerando que la inversión de elaborar FVH de maíz es de beneficio para este segmento de productores (Bayona, 2011).

5.1.2 Área de fincas

Los datos del cuadro 2. coinciden con el estudio realizado por Pérez, Holmann, Shuetz & Fajardo (2006), quienes indican que la mayor concentración de cabezas de ganado se observa en la llanura costera sur y en las tierras transicionales del suroriente y nororiente de Guatemala, generalmente en fincas con superficie menor de 45 ha y hatos con menos de 30 vientres.

La mayoría de productores se califican como pequeños ganaderos excedentarios, es decir, son productores que además de cubrir las necesidades de autoconsumo, participan en el mercado con la producción de excedentes.

Cuadro 2. Número de área total (ha) de ganadería de los departamentos del oriente de Guatemala.

Número de cabezas de ganado	Área total (ha) de ganadería por departamento				
	El Progreso	Zacapa	Chiquimula	Jalapa	Jutiapa
1-4	3,063.65	3,456.99	6,504.31	4,063.33	7,356.31
5-9	3,873.76	2,364.30	4,799.60	2,868.40	7,552.27
10-19	4,310.41	4,817.35	6,867.12	4,282.70	9,085.85
20-49	8,166.42	9,870.42	9,039.72	8,735.13	16,557.20
50-99	6,137.95	8,764.95	9,235.68	6,996.34	12,765.09
100-199	860.52	13,601.47	2,124.32	4,354.43	6,799.67
200-499	739.11	3,217.72	1,332.67	2,158.40	7,724.80
500-999	1,506.62	4,257.16	752.6	272.64	4,142.85
>1000	0	1,932.62	204.48	0	0
Total has	28,658.44	52,282.98	40,860.50	33,731.37	71,984.04

Fuente: Adaptado de INE (2005).

5.1.3 Propósito de la producción bovina

Una de las características que definen el hato típico es el fin productivo, para lo cual, se utilizó el número de fincas y el número de cabezas de ganado de los hatos de producción observados en el INE (2005), se determinó que los hatos lecheros representan el 7.93% y los hatos de engorde 9.31%, en los cuales se expresan resultados de los hatos con fin productivo de doble propósito conforman un porcentaje de hasta el 89% en cada uno de los cinco departamentos, como se observa en la siguiente tabla:

Cuadro 3. Porcentaje total de fincas de ganado de leche, carne y doble propósito en los departamentos del oriente de Guatemala.

Departamento	No. de fincas	Fin productivo de los hatos bovinos (%)			
		Leche	Carne	Doble propósito	Total
El Progreso	171	5.35	10.04	84.61	100
Zacapa	386	6.14	10.23	83.63	100
Chiquimula	400	7.80	15.69	76.51	100
Jalapa	327	13.79	5.58	80.63	100
Jutiapa	968	6.59	4.98	88.43	100

Fuente: Adaptado de INE (2005).

Según los datos del INE (2005), los departamentos del oriente de Guatemala, poseen fincas de hatos de ganado bovino de doble propósito, los cuales se establecen entre el 80% y el 90%, también el estudio de evolución ganadería bovina países América Central (Pérez, et al., 2006) concuerdan que la ganadería de doble propósito es el sistema con mayor representación en el país y contribuye con más del 90% de la producción bovina.

5.1.4 Categorías que conforman el hato típico

Las categorías para el hato típico se ubican en el cuadro 4, iniciando con la categoría de terneras y terneros, representando el 26.25% del hato típico, luego se encuentran novillas y novillos, abarcando el 24.25% y por último las categorías de vacas y toros los cuales en su totalidad poseen el 49.50%. El hato típico tiene como fin la venta de terneros destetados, la venta de novillos de media ceba, venta de animales adultos de descarte y la producción de leche. Se utilizó la moda la cual según Gutiérrez (2012) es utilizada para promediar proporciones según el tamaño de los lotes o estratos, por lo tanto, con esta medida de tendencia central se generó

los porcentajes totales de cabezas de animales de cada categoría y de cada uno de los departamentos, elaborando el hato típico utilizado en la investigación.

Cuadro 4. Típico por categorías

Categoría	Cabezas de ganado	Porcentaje del hato
Terneras	7	15.25
Terneros	6	11
Novillas	8	17
Novillos	4	8.25
Vacas	22	45
Toros	2	4.5
Total	49	100

Fuente: Elaboración propia, con datos del INE (2005).

En las fincas de hatos de doble propósito, el productor es quien decide el fin productivo y reproductivo de las cabezas de ganado que posee, enfatizando que en este estudio el fin productivo de los terneros se manejó con un índice de venta al destete del 30%. Actualmente en México, la ganadería en bovinos de doble propósito es un sistema tradicional que aporta al mercado 25% de la leche y la producción de carne se basa en la venta del becerro al destete (Orantes, Platas, Córdova, De los Santos & Córdova, 2014).

5.2 Desarrollo biométrico del hato típico

Estimar el desarrollo biométrico del hato es primordial para cualquier proyecto, en el cuadro 7. se observa la cantidad de cabezas de ganado que se descartará, remplazarán y los que nacerán, tomando en cuenta los índices zootécnicos mencionados en el cuadro 5.

Cuadro 5. Índices zootécnicos de reproducción.

Índices zootécnicos	Año Inicial	Año 2 a Año 5
Compra sementales	0%	10%
Descarte hembras	10%	5%
Natalidad	60%	60%
Mortalidad menores de 1 año	5%	5%
Mortalidad de 1 a 3 años	3%	3%
Mortalidad adultos	2%	2%
Reemplazo	15%	10%
Venta de Terneros	20%	33%
Relación de machos-hembras	11	11
Descarte machos	0%	10%
Venta de novillos de media ceba	100%	100%
Venta de novillas de 1 a 3 años	33%	33%

Fuente: Adaptado de Modelo de Producción Bovina de Doble Propósito para Cuyuta, Escuintla (2000) y de INE (2005).

Cuadro 6. Índices de producción que se utilizaron.

Índices de Producción			
Índice	Unidad	Cantidad	Precio/Unidad
Largo de lactancia	Días	230	
Producción de leche/vaca/día	Lt.	4	Q 4.00
Terneros	kg/Pv	80	Q15.40
Novillas	kg/Pv	280	Q14.30
Novillos 1/2 Ceba	kg/Pv	250	Q14.30
Vacas	kg/Pv	320	Q14.30
Toros	kg/Pv	500	Q14.30

Fuente: Adaptado INE (2005) y de comunicación personal con Luis Barragán Franco (2017).

Cuadro 7. Cuadro biométrico, cabezas de ganado conducente a cinco años.

Cuadro Biométrico						
INDICES		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Reproductores iniciales	H♀	22	22	22	22	22
	M♂	2	2	1	2	2
	T	24	24	23	24	24
Compra de sementales	M♂	0	0	1	0	0
Descarte	H♀	3	2	2	2	2
	M♂	0	0	1	0	0
	T	3	2	3	2	2
Nacimientos	H♀	7	6	6	6	6
	M♂	6	7	7	7	7
	T	13	13	13	13	13
Mortalidad menores de 1 año	H♀	1	1	1	1	1
	M♂	1	1	1	1	1
	T	2	2	2	2	2
Reemplazo	H♀	4	3	3	3	3
Novillas de 1 a 3 años	H♀	8	8	8	8	8
Novillos de 1/2 Ceba (1 a 2 años)	M♂	4	4	4	4	4
Mortalidad de 1 a 3 años	H♀	1	1	1	1	1
	M♂	1	1	1	1	1
	T	2	2	2	2	2
Mortalidad de adultos	H♀	1	1	1	1	1
	M♂	1	1	0	0	0
	T	2	2	1	1	1
Total venta de terneros	M♂	1	2	2	2	2
Total de venta de novillas	H♀	1	1	1	1	2
Total venta de novillos 1/2 ceba	M♂	3	3	3	3	3
Total venta de vacas (descarte)	H♀	3	2	2	2	2
Total venta de toros (descarte)	M♂	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

El hato en el cuadro biométrico no muestra crecimiento ya que es un hato estático el cual se mencionó en la metodología, sin embargo, cabe mencionar que el cuadro biométrico se realizó para generar los ingresos del proyecto, las cabezas de ganado que sobrepasan en cada una de las categorías del hato se colocaron a la venta y así generar la entrada de fondos al proyecto.

5.3 Estimación del consumo y producción de forraje verde hidropónico

5.3.1 Sistema de producción semi tecnificado

Para el estudio, el sistema semi tecnificado de producción de forraje verde hidropónico, fue acotado dentro de los siguientes parámetros.

- Consumo de forraje verde hidropónico por el animal: proporcionar en la ración diaria del animal, 2 kilogramos de forraje verde hidropónico de maíz por cada 100 kg de peso vivo, lo anterior, con base a la recomendación de FAO (2001)
- Sistema de producción de forraje bajo condiciones controladas de las siguientes variables (invernadero): utilización de agua, a través de riego por micro aspersion. FAO (2001), indica que la frecuencia diaria de riegos es entre 6 y 9 veces, con una duración de riego no mayor a 2 minutos. Para el presente estudio se determinó un volumen de agua de 1 litro por metro cuadrado. El riego automático requiere de un regulador de la frecuencia de riego (temporizador), una bomba de agua, un tanque de almacenamiento, tubos y mangueras de distribución y micro aspersores.
- El invernadero se construirá de madera, revestida de plástico transparente y las estanterías para la siembra y producción del FVH serán de metal. La

altura de las estanterías, no sobrepasará 2 metros de altura, en donde se distribuirán equitativamente cuatro niveles de producción.

- La instalación del sistema de riego será por aspersión para producción de FVH, esta enviará el agua a presión con ayuda de una bomba a través de aspersores instalados sobre una tubería; los cuales estarán colocados a una altura de 35 centímetros sobre cada bandeja para FVH, se realizará el riego sobre el forraje según los tiempos de riego programados en el timer digital. La instalación de estanterías y riego se realizará a través de una empresa que brinda el servicio.
- Estimación de la producción de forraje: 3 kg de semilla por metro cuadrado, produce 24 kilos de forraje verde hidropónico, en promedio, utilizando el 97% de germinación para la semilla (FAO, 2001), (Leal, 2016).

Con base a las condiciones anteriores, se determinó la inversión de los materiales, equipos a utilizar y la mano de obra en la producción de FVH, los cuales se observan en los cuadros 8, 10 y 11.

Cuadro 8. Costo de inversión (infraestructura y equipo).

Mobiliario y Equipo	Descripción	Unidades	Precio U.	Precio Total
Estante para producción	Mts	2	Q6,000.00	Q12,000.00
Bandejas para forraje verde	1mt ²	160	Q40.00	Q6,400.00
Sistema de riego		1	Q5,000.00	Q5,000.00
Microaspersores		85	Q60.00	Q5,100.00
Bomba de agua	1hp	1	Q2,500.00	Q2,500.00
Timer		1	Q1,000.00	Q1,000.00
Invernadero	77mts ²	1	Q58.00	Q4,466.00
Déposito de agua	1000lts	1	Q2,000.00	Q2,000.00
TOTAL				Q38,466.00

Fuente: adaptada de cotización de empresa EcoForraje. (2018).

Los Costos de inversión expresada en el cuadro 8 fueron cotizados con EcoForraje, empresa que dedica su actividad a brindar equipos de fabricación agrícola, distribución de equipos agrícolas, bandejas para hidroponía, estanterías para hidroponía, por lo cual se cuenta con cotización por parte de la empresa.

Cuadro 9. Depreciación

Depreciación					
Mobiliario y Equipo	Unidad	Precio U	Precio Total	Vida Útil	Depreciación
Estante para producción	2	Q6,000.00	Q12,000.00	10	Q1,200.00
Bandejas para forraje verde	160	Q40.00	Q6,400.00	5	Q1,280.00
Sistema de riego	1	Q5,000.00	Q5,000.00	10	Q500.00
Micro aspersores	85	Q60.00	Q5,100.00	5	Q1,020.00
Bomba de agua	1	Q2,500.00	Q2,500.00	10	Q250.00
Timer	1	Q1,000.00	Q1,000.00	5	Q200.00
Invernadero	1	Q4,466.00	Q4,466.00	10	Q446.60
Déposito de agua	1	Q2,000.00	Q2,000.00	10	Q200.00
TOTAL					Q5,096.60

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la depreciación fue necesario tomar el costo unitario y costo total del cuadro 8. Dividiendo el costo total con los años de vida útil por cada uno de los productos, luego se sumó el total de cada uno de los productos generando Q5096.60 de retorno anual, obteniendo en el periodo de evaluación de 5 años un total de desdarte de Q25,483.00

Cuadro 10. Costos de producción (materia prima de FVH).

Costos de producción				
Materia prima de FVH	Cantidad diaria	Precio de Compra	Costo diario	Costo Anual
Semilla de maíz	32.22 kg	Q2.42	Q77.97	Q28,459.68
Solución nutritiva	0.20 Lt	Q0.05	Q0.01	Q2.40
Agua	10.42 Lt	Q0.02	Q0.24	Q86.88
Energía eléctrica	0.266 kw	Q2.06	Q0.55	Q200.55
Cloro	0.312 Lt	Q5.00	Q1.56	Q570.31
TOTAL			Q80.33	Q29,319.81

Fuente: adaptada de MAGA (2018), Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA, 2018) y Energía de Guatemala (Energuate, 2018)

El precio de semilla de maíz fue obtenido de Ministerio de Agricultura, ganadería y Alimentación por sus siglas MAGA, de igual forma se obtuvo el precio del agua de la Empresa Municipal de Agua, por sus siglas EMPAGUA; el precio del kilovatio se obtuvo de ENERGUATE, área rural DEORSA.

Cuadro 11. Costos de mano de obra.

Mano de obra	Trabajador	Horas	Diario	Mes	Año
Salario	1	1	Q11.49	Q344.77	Q4,137.23
Bonificación Incentivo	1	1	Q1.04	Q31.25	Q375.00
Total			Q12.53	Q376.02	Q4,512.23

Fuente: adaptada de Ministerio de trabajo (MINTRAB, 2018)

El salario fue establecido en base al salario mínimo del ministerio del trabajo por sus siglas MINTRAB, estimando bonificación e incentivo.

5.3.2 Insumos para elaboración del forraje verde hidropónico

La semilla utilizada es de primera con un 97% de germinación, los productores pueden producir FVH con semilla de menor calidad, pero manteniendo un porcentaje de germinación adecuado.

Cuadro 12. Utilización de insumos para la producción de forraje verde hidropónico por día.

Insumos	Uso diario	Medida
Semilla de maíz	39.06	Kg.
Solución nutritiva	0.20	Lt.
Agua	10.42	Lt.
Energía eléctrica	0.27	KW
Cloro	0.31	Lt.

Fuente Adaptada de FAO (2001) y elaboración propia.

A continuación, se expresa en el cuadro 13, en donde muestra el peso estimado por animal en cada una de las categorías del hato, así como el consumo de FVH de maíz, por animal y por el total de este en cada categoría.

Cuadro 13. Consumo diario de forraje verde hidropónico de maíz.

Categorías	Cabezas animales	Pesos kg/animal	Consumo/kg/FVH/animal/día	Consumo/kg FVH/categoría/día
Ternereras	7	80	1.60	11.20
Terberos	6	80	1.60	9.60
Novillas	8	280	5.6	44.80
Novillos	4	250	5	20.00
Vacas	22	320	6.4	140.80
Toros	2	550	10	20.00
TOTAL	49	-	-	246.40

Fuente: Elaboración propia.

Los datos observados, fueron obtenidos siguiendo la recomendación de FAO (2001). Por lo tanto, al día es necesario producir 246.40 kilos de FVH, además, para cubrir algún imprevisto, es recomendable producir un excedente, que, para el caso, fue estimada la producción diaria en 250 kg.

La tabla 14 muestra la producción, siembra diaria y siembra por período de producción que es de quince días, también la cantidad de bandejas diarias y a utilizar con un área de 1m² por bandeja.

Cuadro 14. Producción de forraje verde hidropónico para hato típico diario y en período de cosecha (15 días).

	Producción de kg FVH	No. de bandejas a utilizar de m²	Siembra Kg de maíz
Producción Diaria	250.00	10.42	32.22
Producción/período 15 días	3,750.00	156.25	468.75

Fuente: Elaboración propia.

El hato típico es de 49 cabezas en total, dando el consumo diario por lote de 250.00 kg de forraje verde hidropónico, teniendo la producción total por período de 15 días de 3,750.00 kg de FVH.

5.4 Dimensión de infraestructura

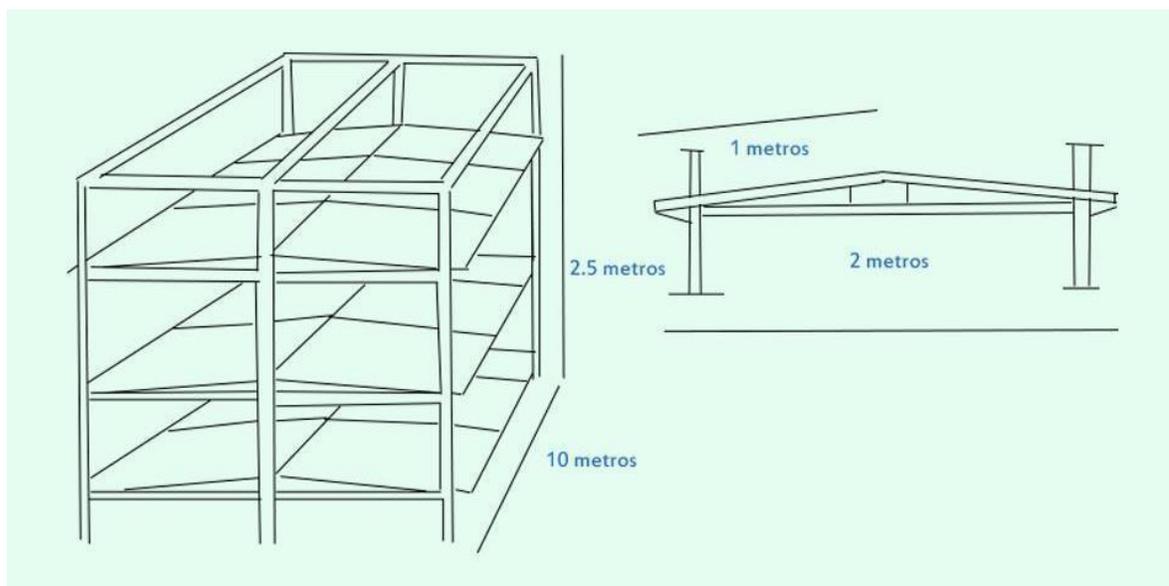
La estructura con la que se construirá en la instalación, es de madera y plástico de invernadero, formado por un techo de dos aguas yuxtapuestas, a estas aberturas de ventilación se le colocará malla mosquitera.

Las medidas de la infraestructura son las siguientes:

- Longitud: 11 metros.
- Ancho: 7 metros.
- Altura máxima: 3.5 metros.
- Altura de pilares laterales: 2.5 metros.

Las medidas del invernadero se generaron por el consumo diario del hato típico, obteniendo la producción en un período de 15 días más un día extra por algún imprevisto, la siembra de la semilla se realizará en una estructura de 4 niveles y de dos aguas como lo muestra la figura 1, en el cual estarán ubicadas 20 bandejas de 1m^2 de área cada una, por cada nivel de estantería, sumando 80 bandejas por estantería y obteniendo un total de 160 bandejas en total, por los 15 días de producción.

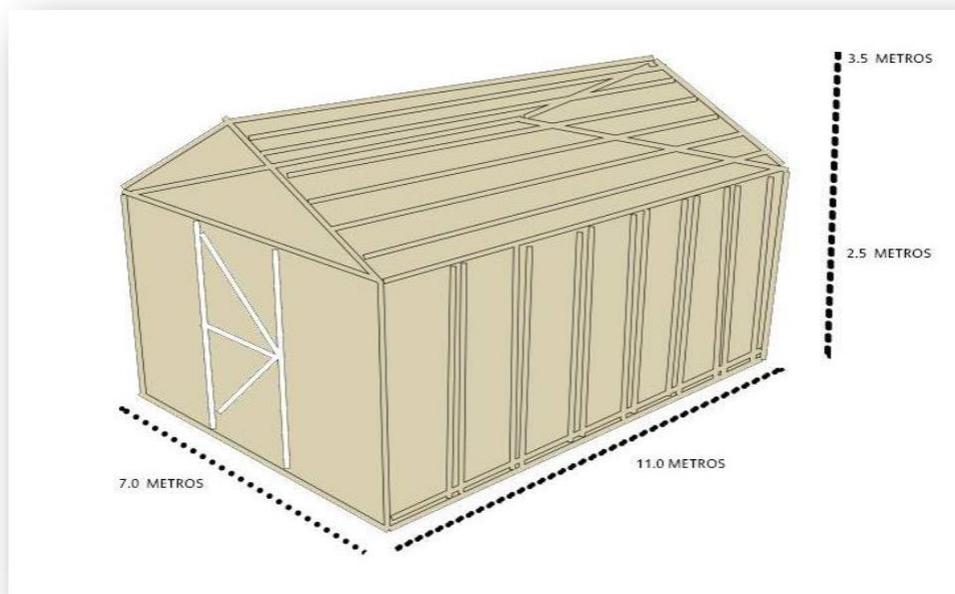
Figura 1. Diagrama de medidas de estantería y bandejas.



Fuente: Adaptado de FAO (2001).

- La estantería tendrá las medidas de altura de 2.5 metros, tiene cuatro niveles, teniendo 0.5 metros de altura entre espacios, de ancho medirá 2 metros y de largo medirá 10 metros, utilizando dos estanterías en el invernadero.
- Perfil del ancho de estantería con pendiente longitudinal sobre las columnas de soporte, donde se colocarán bandejas de 1m^2 .

Figura 2. Diagrama de medidas de Invernadero



Fuente: Elaboración propia.

El tamaño del invernadero total es de 11 metros de largo y 7 metros de ancho, dejando espacio en la entrada hacia las estanterías de 1 metro, a lo ancho y entre callejones el espacio es de 1 metro; una altura en los pilares de 2.5 metros y una altura máxima de 3.5 metros en la parte de en medio del invernadero.

5.5 Análisis económico

5.5.1 TREMA

Con datos actualizados del mes de abril del año 2018 se tomó cada una de las tasas mencionadas en la Superintendencia de bancos Guatemala (SIB, 2018) y Ministerio de Finanzas (MINFIN, 2018).

Cuadro 15. TREMA.

Tasa líder	Tasa inflación	Tasa interés promedio ponderada	Tasa riesgo	Trema
2.75	4.09	7.83	6.41	21.08

Fuente: Elaboración propia.

El valor de la TREMA que un inversionista debiera solicitar o requerir en el mes de abril 2018, es del 21.08% (Morales, 2015).

5.5.2 Flujo de caja

Para realizar el flujo de caja se utilizaron los ingresos que se generaron en el cuadro biométrico y los egresos que se obtienen de los costos de producción, depreciación, pago de intereses del préstamo, generando así la utilidad del proyecto y desglosando por año el flujo neto de efectivo.

Según Márquez (2012), la producción de carne se sustenta por la venta de becerros destetados y vacas de desecho. La leche tiene tres destinos: como autoconsumo, elaboración de derivados lácteos y procesamiento en empresas agroindustriales, por el anterior desglose de productos de origen vacuno, se decidió obtener los ingresos de ventas desde animales al destete, venta de novillos de media ceba, venta de animales de descarte y producción de leche.

Cuadro 16. Ingresos proyectados a 5 años.

INGRESOS (ventas)					
Concepto	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ternero al destete	Q1,232.00	Q2,463.75	Q2,463.75	Q2,463.75	Q2,463.75
Descarte	Q13,728.00	Q9,152.00	Q16,302.00	Q9,152.00	Q9,152.00
Novillo 1/2 ceba	Q10,725.00	Q10,725.00	Q10,725.00	Q10,725.00	Q10,725.00
Novillas	Q4,003.60	Q4,004.00	Q4,004.00	Q4,004.00	Q8,008.00
Litros de leche	Q47,840.00	Q47,840.00	Q47,840.00	Q47,840.00	Q47,840.00
TOTAL	Q77,528.60	Q74,184.75	Q81,334.75	Q74,184.75	Q78,188.75

Fuente: Elaboración propia.

Los ingresos económicos expresadas en el cuadro 16, expresan las ventas realizadas de leche fluida, animales correspondientes a toros, descartes, novillas, etc.

Cuadro 17. Egresos proyectados a 5 años.

EGRESOS					
Concepto	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de Producción	Q28,918.24	Q28,918.24	Q28,918.24	Q28,918.24	Q28,918.24
Mano de obra	Q4,512.23	Q4,512.23	Q4,512.23	Q4,512.23	Q4,512.23
Costos Indirectos	Q185.00	Q185.00	Q185.00	Q185.00	Q185.00
Arrendamiento	Q13,200.00	Q13,200.00	Q13,200.00	Q13,200.00	Q13,200.00
Total	Q46,815.47	Q46,815.47	Q46,815.47	Q46,815.47	Q46,815.47

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 17 se muestra los egresos proyectados en 5 años; el costo de producción incluye la semilla, solución nutritiva, agua, energía eléctrica y cloro, los costos de mano de obra, incluye el salario mínimo y la bonificación estipulada por el MINTRAB (2018) con una hora diaria laboral estimada, y los costos indirectos incluyen botas de hule, gabacha e implementos de limpieza.

Cuadro 18. Flujo de caja

Flujo de caja con financiamiento						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos		Q77,528.60	Q83,612.19	Q97,012.98	Q92,906.26	Q103,161.05
Egresos		Q46,815.47	Q46,815.47	Q56,815.47	Q46,815.47	Q46,815.47
Intereses		Q4,667.47	Q3,902.95	Q3,061.98	Q2,136.91	Q1,119.33
Depreciación		Q5,096.60	Q5,096.60	Q5,096.60	Q5,096.60	Q5,096.60
Utilidad		Q20,949.06	Q27,797.18	Q32,038.93	Q38,857.29	Q50,129.65
Impuestos		Q3,876.43	Q3,709.24	Q4,066.74	Q3,709.24	Q3,909.44
Maquinaria		-Q38,466.00				
Capital de trabajo		-Q8,208.68				
Préstamo		Q46,674.68				
Amortización		Q7,645.20	Q8,409.72	Q9,250.69	Q10,175.76	Q11,193.33
Valor de desecho						Q25,483.00
flujo neto de efectivo	Q0.00	Q9,427.44	Q15,678.22	Q18,721.51	Q24,972.29	Q60,509.88

Fuente: Elaboración Propia.

El flujo de caja del cuadro 18 muestra los recursos generados por el proyecto, ingresos y egresos, en un período determinado de 5 años, lo cual nos indica, que hay flujos netos de efectivo positivos durante todo el proyecto.

5.5.3 Relación beneficio / costo

Se elaboró un cuadro con los ingresos y costos/gastos, estableciendo los años proyectados (5 años).

Cuadro 19. Relación beneficio/costo

			0.2108	Actualizados	
Año	Ingresos	Gastos	FA	Ingresos	Costos/Gastos
0	Q0.00	Q46,674.68	1	Q0.00	Q46,674.68
1	Q77,528.60	Q46,815.47	0.8259	Q64,030.89	Q38,664.90
2	Q74,184.75	Q46,815.47	0.6821	Q50,602.25	Q31,933.35
3	Q81,334.75	Q56,815.47	0.5634	Q45,820.40	Q32,007.32
4	Q74,184.75	Q46,815.47	0.4653	Q34,516.36	Q21,782.10
5	Q78,188.75	Q46,815.47	0.3843	Q30,045.69	Q17,989.84
Total				Q225,015.60	Q189,052.20
Relación Beneficio/Costo				1.19	

Fuente: Elaboración Propia.

La relación de beneficio/ costo del proyecto es de Q1.19, lo cual muestra que por cada quetzal (Q1.00) invertido retorna 0.19 centavos de quetzal, Según Casia (s.f.) el proyecto debería aceptarse, ya que la relación beneficio costo resulta mayor que uno.

5.5.4 Valor actual neto (VAN)

Se elaboró una tabla con la inversión y flujos netos de efectivo, estableciendo los años proyectados (5 años), se utilizó el factor de actualización el cual fue calculado con respecto a la tasa porcentual TREMA, generando la actualización de los flujos netos de efectivo.

Cuadro 20. Valor actual neto

21.08		0.2108	Actualizado	
Año	Inversión	Flujo neto de efectivo	FA	Flujo neto de efectivo
0	Q46,674.68			
1		Q9,427.44	0.8259	Q7,786.12
2		Q15,678.22	0.6821	Q10,694.29
3		Q18,721.51	0.5634	Q10,546.87
4		Q24,972.29	0.4653	Q11,619.00
5		Q60,509.88	0.3843	Q23,252.21
Total				Q63,898.49
Valor actual neto positivo				Q17,223.81

Fuente: Elaboración Propia.

Con la formula se estimó que los flujos netos de efectivo actualizados en los cinco años, proporcionan un VAN positivo de Q17,223.81 aceptando el proyecto porque los datos muestran que cubre la trema utilizada de 21.08% y por lo tanto tiene posibilidades de generar excedentes.

Cuadro 21. Valor actual neto negativo

33			0.33	Actualizado
Año	Inversión		FA	Flujo neto de efectivo
0	Q46,674.68			
1		Q9,427.44	0.7519	Q7,088.30
2		Q15,678.22	0.5653	Q8,863.26
3		Q18,721.51	0.4251	Q7,957.67
4		Q24,972.29	0.3196	Q7,980.90
5		Q60,509.88	0.2403	Q14,540.12
Total				Q46,430.25
Valor actual neto negativo				-Q244.43

Fuente: Elaboración Propia.

El VAN negativo es un método de prueba de error, que consiste en aplicar más puntos porcentuales a la tasa original del trema (21.08%), con el fin de obtener un VAN negativo; en este estudio se utilizó una trema del 33%, el cual nos brinda un flujo neto de efectivo de -Q. 244.43.

5.5.5 Tasa interna de retorno (TIR)

Para calcular la TIR se necesitó el cálculo de valor actual neto, de forma positiva y de forma negativa, calculado siempre con respecto a la tasa porcentual TREMA.

Cuadro 22. Tasa interna de retorno

R	=	21.08
R2-R1	=	-20.75
$\left(\frac{VAN(+)}{VAN(-)} \right)$	=	0.99
Tasa Interna de Retorno	=	62

Fuente: Elaboración Propia.

El proyecto logra cubrir el requerimiento de 21.08%, adicional a esta tasa, el proyecto brinda 41% más allá de las expectativas, en donde expresa un 62% de tasa interna de retorno

VI. CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio económico para la implementación de Forraje Verde Hidropónico en el área del corredor seco del oriente de Guatemala, se concluye que:

1. El estudio muestra viabilidad al obtener resultados positivos en la evaluación del valor actual neto (VAN), tras haber castigado el proyecto con el 21.08% de TREMA, asimismo, con el resultado obtenido de 62% de la tasa interna de retorno (TIR), rango amplio que determina la solidez del proyecto. Además, el proyecto genera Q. 0.19 centavos por cada quetzal invertido en un periodo de 5 años, periodo que permite cancelar en su totalidad el préstamo adquirido para la realización del proyecto.
2. Por lo tanto, el proyecto demuestra solidez ante escenario estático, en donde genera rentabilidad al invertir en alternativa alimenticias para sostenibilidad de los animales en producción en condiciones climáticas adversas.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de realizar el análisis del proyecto se recomienda su aplicación para los productores ganaderos que posean explotaciones bajo las condiciones productivas anteriormente descritas, para que sea rentable la inversión.

1. Se recomienda realizar evaluaciones de hatos bovinos con mayor número de cabezas.
2. Se recomienda realizar estudios de pre factibilidad económica, con diferentes semillas en sistemas semi tecnificados para forraje verde hidropónico, que permita evaluar si disminuye el costo de producción, dado a que la semilla es la que representa un porcentaje alto en el costo de producción.

VIII. RESUMEN

Actualmente el cambio climático, las sequías y las canículas en Guatemala aumentan en intensidad, severidad, extensión y duración, incrementándose la frecuencia de su ocurrencia, así como la vulnerabilidad y el impacto en la población. Guatemala debido a su alta vulnerabilidad y poco desarrollo ambiental está sufriendo las repercusiones de esta problemática. Anudado a eso las erupciones volcánicas, la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la actividad industrial local del país, no solo contaminan nuestro entorno, sino que aceleran los efectos de degradación ambiental que ocurre en nuestro país debido al cambio climático.

En este trabajo de se generó información financiera, para poder brindar un análisis técnico-económico sobre utilizar una alternativa para alimentar a un hato bovino típico del oriente de Guatemala, siendo la alternativa el forraje verde hidropónico de maíz; el cual es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

Para el estudio se realizó una estimación de ingresos y egresos; los que permitieron generar el flujo de caja mostrando los recursos generados por el proyecto, en un período determinado de 5 años, lo cual nos indica, que hay flujos netos de efectivo positivos durante la evaluación del proyecto.

El proyecto se sometió a las herramientas financieras valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio costo R(B/C); utilizando una tasa de retorno mínima aceptada (TREMA) del 21.08% el VAN fue de Q17,223.81, la TIR de 62% y RB/C de Q1.19; concluyendo que el proyecto muestra viabilidad al obtener resultados positivos, además demuestra solidez ante escenario estático, en donde

genera rentabilidad al invertir en alternativa alimenticias para sostenibilidad de los animales en producción en condiciones climáticas adversas.

SUMMARY

Currently, climate change, droughts and heatwaves in Guatemala increase in intensity, severity, extension and duration, increasing the frequency of their occurrence, as well as vulnerability and impact on the population. Guatemala, due to its high vulnerability and little environmental development, is suffering the repercussions of this problem. Knotted to that volcanic eruptions, the burning of fossil fuels, deforestation and local industrial activity of the country, not only pollute our environment, but accelerate the effects of environmental degradation that occurs in our country due to climate change.

In this work, financial information was generated in order to provide a technical-economic analysis on using an alternative to feed a typical bovine herd in eastern Guatemala, the alternative being the hydroponic green forage of corn; which is a technology of production of vegetal biomass obtained from the initial growth of the plants in the states of germination and early growth of seedlings from viable seeds.

For the study, an estimate of income and expenses was made; those that allowed generating the cash flow showing the resources generated by the project, in a determined period of five years, which indicates that there are positive net cash flows during the evaluation of the project.

The project was submitted to the financial tools net present value (VAN), internal rate of return (TIR) and cost benefit ratio R (B/C); using a minimum accepted rate of return (TREMA) of 21.08% the VAN was Q17,223.81, the TIR of 62% and RB/C of Q1.19; concluding that the project shows viability to obtain positive results, it also demonstrates solidity in a static scenario, where it generates profitability by investing in food alternatives for the sustainability of the animals in production in adverse climatic conditions.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. D.F., México, McGraw Hill

Banco de Guatemala. (2018). *Tasa de recuperación*. Recuperado de <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/sr/sr005>

Bayona, M. (2011). *Medidas de Tendencia Central*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/marthabayona/medidas-de-tendencia-central-8736906>

Casia, M. (s.f.). *Guía para la Preparación y Evaluación de Proyectos Con un Enfoque Administrativo*. Guatemala, Guatemala. Corporación JASD.

Dardón, B. (2016). *Cultivos del futuro*. Archivado en: agro, exportación, hidroponía, productores Recuperado de <http://www.prensalibre.com/economia/cultivos-del-futuro>

Energía de Guatemala (ENERGUATE). (2018). *Tarifario Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. -DEORSA-*. Recuperado de <http://www.energuate.com/cuanto-cuesta-la-luz>

Español Oxford living Dictionaries. (2016). *Definición de típico*. Recuperado de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/tipico>

- Gutiérrez, J. (2012). *La correcta utilización de los promedios*. Universidad EAFIT, Revistas académicas. Recuperado de [http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article /view/1249](http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1249)
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2005). *Censo Nacional Agropecuario. Número de fincas censales, existencia animal, producción pecuaria y características complementarias de la finca censal y del productor(a) agropecuario. Tomo IV*. Recuperado de <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/16/08ukgdXvK57c7E7MbAeZ4e4YiFbBeBSI.pdf>
- Leal Salguero, J. (2016). *Evaluación del efecto de la utilización de dos tipos de biofertilizantes en sustitución de la solución nutritiva sobre el rendimiento y valor nutricional de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.)*. (Tesis de Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala.
- López, R. A. (2014). *Comparación del rendimiento y valor Nutricional de maíz (zea mays l.), avena (avena Sativa l.) Y sorgo (sorghum vulgare l.) Cultivados por hidroponía en san martín jilotepeque, Chimaltenango*. (Tesis de Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Márquez, J. (2012). *Generalidades de la ganadería bovina*. [Mensaje en un blog] Recuperado de <http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/10/produccion-de-bovinos-doble-proposito.html>
- Mete. M. (2014). *Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Fides et Ratio - Re-vista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 7. 67-85. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2018). *Comportamiento de precios Principales productos agropecuarios*. Recuperado de <https://precios.maga.gob.gt/archivos/semanales/Informe%20semanal%20de%20precios,%20del%2019%20al%2025%20de%20enero%202018.pdf>
- Ministerio de Finanzas (MINFIN). (2018). *Tasa de Riesgo*. Recuperado de <http://www.minfin.gob.gt/index.php/comunicados/comunicados-2017>
- Ministerio de Trabajo (MINTRAB). (2018). *Salario Mínimo*. Recuperado de <http://www.mintra-bajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html>
- Morales, A. (2015). *Elementos que integran la TREMA o TRMA (Tasa de Retorno Mínima Aceptada)*. Recuperado de <https://financiera4.files.wordpress.com/2015/09/elementos-que-integran-la-trema.pdf>
- Municipalidad de Guatemala. (2018). *Empresa municipal de agua*. Recuperado de <http://www.muniguate.com/>
- Orantes Zebadúa, M. Platas Rosado, D. Córdova Avalos, V. De los Santos Lara, M y Córdova Avalos, A. (2014). *Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México*. Ganadería de doble propósito en Chiapas, 1. 49-57 Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n1/v1n1a6.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (1993). *Depòsitos De Documentos De La FAO*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s02.htm>

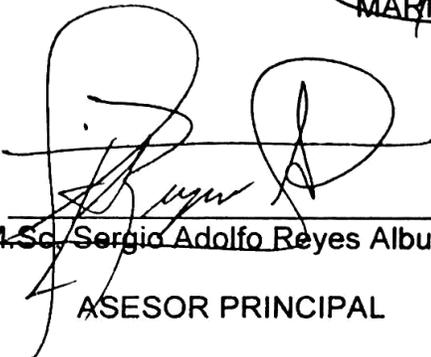
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2001). *Manual Técnico Forraje Verde Hidroponico*. Recuperado de http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/20manual_fao_1_parte.pdf
- Pérez, E. Holmann, F. Schuetz, P. Fajardo, E. (2006). *Evolución de la Ganadería Bovina en Países de América Central: Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tropileche/books/Evolucion_Ganaderia_Bovina_Paises_America_Central.pdf
- Rodríguez E, C. (2000) *Modelo de Producción Bovina de Doble Propósito para Cuyuta, Escuintla*. Recuperado de <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Produccion%20animal/Modelo%20de%20produccion%20bovina%20de%20doble%20proposito,%202000.pdf>
- Superintendencia de Bancos Guatemala (SIB). (2018). *Tasa de Interés promedio Ponderada*. Recuperado de http://www.sib.gob.gt/web/sib/información_sistema_financiero/promedioponderadoeconomico?p_p_id=86&p_p_action=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=&p_p_col_pos=0&p_p_col_count=3&
- Thompson, J. (2009). *Todo sobre proyectos*. Recuperado de <http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/04/estudio-de-prefactibilidad.html>
- Tórtola Lima, L. (2015). *El ecosistema en el corredor seco de Guatemala*. (Tesis de Licenciatura) Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Van der Zee Arias, A. van der Zee, J. Meyrat, A. Poveda, y C. Picado, L. (2012). *Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/236161964/Anexos-del-estudio-de-caracterizacion-del-Corredor-Seco-Centroamericano-Paises-CA-4-Tomo-II>

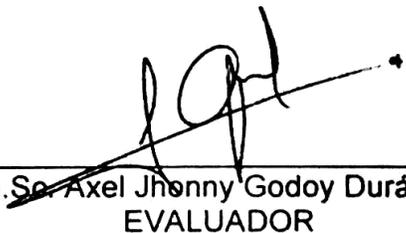
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN SEMI
TECNIFICADA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea
mays*), PARA ALIMENTAR UN HATO TÍPICO BOVINO DE LOS
DEPARTAMENTOS DEL CORREDOR SECO DEL ORIENTE DE
GUATEMALA**

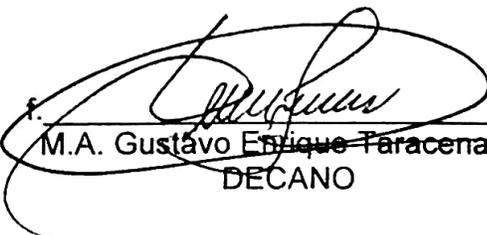
f. 
MARIA ISABEL TUCUX PÉREZ

f. 
M.Sc. Sergio Adolfo Reyes Alburez
ASESOR PRINCIPAL

f. 
Lic. Zoot. Marco Vinicio De la Rosa
Montepeque
ASESOR

f. 
M.Sc. Axel Jhonny Godoy Durán
EVALUADOR

IMPRIMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Paracera Gil
DECANO

