

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

EVALUACION DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES CON TRES NIVELES DE FOLLAJE DE TEREBINTO (*Moringa oleífera*) COMO FUENTE PROTEICA, SOBRE EL CONSUMO Y EL RENDIMIENTO EN CANAL DE CONEJOS EN FASE DE ENGORDE.

POR:

WILBERT JOSE RODRIGUEZ IBAÑEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, ABRIL DE 2010.

RECTOR:

ING. AGR.Y MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. E ING. AGR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO:

ING. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

Ing. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Agr. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACION:

Ing. Agr. MSc. Carlos Enrique Ruano Iraheta

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la granja cunícola La Española, localizada en el cantón el Canalito municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, Situada a una altitud de 630msnm; El objetivo de la investigación fue evaluar 3 niveles de sustitución de la proteína de la ración por proteína de *Moringa oleifera* a razón de 25%, 50% y 75% de la proteína total de la dieta (16%) de conejos en fase de engorde, ofreciendo el alimento a los conejos en forma de bloque multinutricional. Para el desarrollo del experimento se utilizaron 28 conejos destetados a los 30 días de edad, de la raza neozelandés blanco con características homogéneas entre si. Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar, con 4 tratamientos, cada uno con 7 unidades experimentales (7 animales por tratamiento), alimentados con la ración correspondiente durante 60 días, periodo que duró la engorda, evaluando las variables: consumo, peso vivo, conversión alimenticia, semanalmente, y al finalizar del ensayo se evaluó el rendimiento en canal. Las variables medidas se analizaron estadísticamente con las pruebas DMS y TUKEY ambas al 95% de probabilidad, resultando únicamente la variable rendimiento en canal con diferencia significativa entre los tratamientos. A demás se analizaron económicamente bajo el método de presupuesto parcial, resultando los tratamientos T0 (0% moringa) y el T2 (50% moringa) con beneficios netos de 20.51\$ y 19.32\$ respectivamente. El T0 también presentó una tasa de retorno marginal del 39% superior al T2 con 34% de retorno; En el caso del T1 resulto ser dominado económicamente, y el T3 reflejo beneficios netos inferiores por lo que no constituye una alternativa viable. Se verificó la gran aceptación de la moringa por parte de los conejos en fase de engorde ya que no se presento ningún problema por el consumo de esta aun en su nivel máximo, por lo que se sugiere realizar más investigaciones en cuanto a la alimentación de conejos con moringa como fuente proteica.

AGRADECIMIENTOS

*** A toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron durante el desarrollo de esta carrera.**

*** Al Ing. Agr. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo por su colaboración como docente asesor de mi trabajo de tesis.**

*** Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por contribuir en el proceso de mi formación profesional.**

*** A mis amigos que de una u otra forma me apoyaron en todo momento de mi formación.**

*** A todas las personas que de forma directa o indirecta contribuyeron a desarrollar esta carrera profesional.**

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que siempre me condujo por el camino correcto, y permitió culminar esta carrera profesional.

A mis padres por su apoyo rotundo e incondicional para que pudiese alcanzar este título.

A toda mi familia que siempre tuve su total e incondicional apoyo para poder triunfar.

INDICE GENERAL

	Página.
Contraportada.....	i
Autoridades.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Resumen.....	IV
Agradecimientos.....	V
Dedicatoria.....	Vi
Índice general.....	Vii
Índice de cuadros.....	XI
Índice de figuras.....	XII
Índice de anexos.....	XIII
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1 Antecedentes.....	2
2.1.1 Descripción de la planta <i>Moringa oleifera</i>	3
2.1.1.1 Descripción geográfica.....	4
2.1.1.2 Descripción botánica.....	4
2.1.2 Requerimientos del cultivo de Moringa.....	5
2.1.3 Productividad del cultivo.....	6
2.1.4 Principales plagas que afectan el cultivo.....	6
2.2 Utilidades de la planta.....	7
2.2.1 Comestible.....	7
2.2.2 Ornamentales.....	7
2.2.3 Combustible.....	8
2.2.4 Aceite.....	8

	Página
2.2.4.1 Melífero.....	8
2.2.4.2 Fuente de hormonas promotoras de crecimiento vegetal.....	9
2.2.4.3 Fertilizante.....	9
2.2.4.4 Cerca viva.....	9
2.2.5 Agroforesteria.....	9
2.2.5.1 Medicina.....	9
2.2.5.2 Tratamiento de aguas.....	10
2.2.5.3 Alimento para animales.....	10
2.2.5.4 Forraje para ganado vacuno.....	11
2.2.6 La moringa como alimento humano.....	11
2.2.6.1 Partes comestibles y forma de preparación.....	12
2.2.6.2 Otros usos.....	12
2.3 Limitaciones del uso de <u>Moringa oleífera</u>	13
2.4 Generalidades del conejo domestico.....	13
2.4.1 Clasificación taxonómica.....	13
2.4.2 Índices productivos del conejo domestico.....	14
2.4.3 Razas empleadas en producción de carne.....	15
2.4.4 Sistemas de producción.....	15
2.4.4.1 Producción extensiva.....	15
2.4.4.2 Producción semi intensiva.....	15
2.4.4.3 Producción intensiva.....	16
2.5 Generalidades de la especie.....	16
2.5.1 Alimentación del conejo.....	16
2.5.2 Requerimientos de energía.....	17
2.5.3 Requerimientos de proteína.....	17

2.5.4 Relación Energía Proteína (E: P).....	18
2.5.4.1 Requerimientos de fibra.....	18
	Página
2.6 Metabolismo del ciego.....	19
2.6.1 Mecanismo de cecotrofia.....	20
2.7 Bloques Multinutricionales (BM).....	20
2.7.1 Dureza.....	21
3. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1 Ubicación del ensayo.....	22
3.2 Instalaciones y equipo.....	22
3.2.1 Instalaciones.....	22
3.2.2 Equipo.....	23
3.2.3 Limpieza y desinfección de las jaulas.....	23
3.3 Metodología.....	23
3.3.1 Duración del experimento.....	23
3.3.2 Animales utilizados.....	24
3.3.3 Identificación botánica de <i>Moringa oleífera</i>	24
3.4 Proceso de recolección del follaje de <i>Moringa oleífera</i>	24
3.4.1 Proceso de secado del follaje.....	25
3.4.2 Formulación de las raciones.....	25
3.4.3 Elaboración de bloques multinutricionales.....	26
3.5 Secado de Bloques Multinutricionales (BM).....	27
3.5.1 Manejo de los animales.....	28
3.5.1.1 Selección de las unidades experimentales.....	28
3.5.2 Identificación de los animales.....	28
3.5.3 Fase de engorde.....	29

3.5.4 Sacrificio de los conejos.....	29
3.5.4.1 Pasos en el sacrificio de los conejos.....	30
3.6 Metodología estadística.....	31
3.6.1 Descripción de tratamientos.....	31
3.6.2 Plano de distribución de tratamientos.....	31
	Página
3.6.3 Variables a evaluar.....	31
3.7 Diseño estadístico.....	31
3.7.1 Modelo matemático.....	32
3.7.2 Análisis estadístico.....	32
3.7.3 Análisis económico.....	32
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
4.1 Análisis estadístico de las variables.....	33
4.1.1 Variable consumo.....	33
4.1.2 Variable peso vivo.....	34
4.1.3 Variable conversión alimenticia.....	35
4.1.4 Variable rendimiento en canal.....	36
4.2 Análisis económico.....	37
4.2.1 Análisis económico de presupuesto parcial.....	38
4.2.2 Análisis de dominancia.....	39
4.2.3 Curva de beneficio neto.....	40
4.2.4 Tasa de retorno marginal TRM.....	41
5. CONCLUSIONES.....	43
6. RECOMENDACIONES.....	44
7. BIBLIOGRAFIA.....	45
8. ANEXOS.....	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Especies de la familia moringaceae.....	3
2. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en Moringa bajo diferentes densidades de siembra.....	6
3. Análisis bromatológico del follaje de <i>Moringa oleífera</i>	24
4. Raciones experimentales.....	26
5. Residuos promedio del sacrificio de los conejos.....	36
6. Costos y beneficios por tratamiento.....	38
7. Presupuesto Parcial.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Consumo semanal promedio.....	33
2. Peso vivo semanal promedio.....	34
3. Conversión alimenticia semanal promedio.....	35
4. Rendimiento en canal por tratamiento.....	36
5. Análisis de dominancia.....	40
6. Curva de beneficios netos.....	41

INDICE DE ANEXOS

Cuadro	Página
A1 Prueba de Barletts para las variables.....	49
A2 Análisis de varianza para la variable Consumo de alimento.....	49
A3 Análisis de varianza para la variable Peso vivo.....	50
A4 Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia.....	51
A5 Análisis de varianza para la variable Rendimiento en canal.....	52
A6 Peso vivo semanal.....	53
A7 Ganancia de peso semanal.....	53
A8 Raciones experimentales (Costos variables).....	54
A9 Consumo semanal promedio por tratamiento Kg.....	55
A10 Peso vivo semanal promedio en Kg.....	55
A11 Conversión alimenticia semanal promedio.....	55
A12 Rendimiento en canal.....	55

Figura	Página
A1 Ubicación geográfica de la granja La Española.....	56
A2 Área de ubicación de la granja.....	57
A3 Disposición de las jaulas en la granja.....	58
A4 Conejos destetados, neozelandés blanco.....	59
A5 Proceso de compactado de los bloques.....	60

1. INTRODUCCION

En la actualidad los costos de las materias primas utilizadas en la alimentación animal reflejan un incremento sustancial, producto de los elevados precios de los combustibles y como consecuencia de los costos de producción. La industria cunicola sufre constantes aumentos de precio en los alimentos, principalmente en materias primas importadas como la harina de soya la cual es básica por sus aportaciones proteicas. Dado lo anterior surge la necesidad de encontrar materias primas de similar o igual calidad nutricional mediante formas de presentación alternativa al alimento comercial, que reduzcan los costos de alimentación en la cunicultura. Es vital la búsqueda de alternativas para pequeños productores ante la creciente crisis alimentaría y económica; la carne de conejo es una excelente fuente de proteína, que puede competir con carne de pollo, cerdo, etc. constituyendo la cunicultura una importante fuente de alimentación para la población mundial. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la sustitución del 25, 50, y 75% de la proteína del concentrado comercial por proteína de *Moringa oleífera* en forma de bloques multinutricionales en el desempeño de conejos en fase de engorde. Se compararon los pesos a los 90 días en conejos de engorde alimentados con diferentes niveles de sustitución de proteína del concentrado por proteína de *Moringa oleífera*, también se evaluaron los resultados del rendimiento en canal en conejos alimentados con dietas que contienen follaje de moringa con relación al alimento concentrado comercial y finalmente se determino la rentabilidad de sustituir proteína del alimento concentrado comercial por proteína de follaje de moringa en dietas para conejos en fase de engorde, obteniéndose resultados económicamente satisfactorios en cuanto a la reducción de costos de producción, sin embargo por las limitantes en la fabricación del alimento se considera una tecnología orientada a pequeños productores cunicolas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes Históricos.

Recientemente ha surgido un creciente interés en la búsqueda de nuevos recursos alimenticios que puedan sustituir parcialmente el uso de concentrados costosos y agroecológicamente distanciados de la realidad ambiental del trópico que permitan proveer, de una manera eficiente y económica, energía, proteína, minerales y otros nutrientes necesarios en alimentación de animales herbívoros. El aumento en la productividad agropecuaria es ya una necesidad real ante el aumento creciente, de la población, de los costos de producción y las amenazas de la globalización de mercados. Nuevas técnicas y tecnologías son aportadas cada día por los organismos de investigación y entre ellas sobresalen la liberación de nuevas variedades o el “descubrimiento” de nuevas especies vegetales. Al respecto, las plantas arbóreas y arbustivas tienen un papel preponderante por su elevado valor nutritivo y naturaleza multipropósito. En este sentido existen muchas especies con buenas propiedades forrajeras, entre las cuales se destacan las leguminosas por excelencia, no obstante, existen otras leñosas perennes con gran potencial que no han sido empleadas de manera extensiva y su uso ha estado limitado a sistemas de alimentación específicos y aislados (Simón, 1998).

La historia y referencias milenarias documentadas por indígenas en diversas partes del mundo, era lo único que respaldaba el uso de *Moringa oleifera* como alimento y remedio para muchos problemas de salud. Ahora la medicina natural y medicina Ayurvedica la continúan utilizando y respaldando con estudios, descubrimientos, logros, análisis, e investigación; esto ha impactado la vida humana de varias maneras alrededor del mundo (Savon, 2005).

Los antiguos escritores Sánscritos la conocían como una planta medicinal, escritos Hindúes antiguos que datan de años anteriores a 150 AC se refieren a la planta Moringa y a sus usos. Los primeros romanos, griegos y egipcios apreciaban la Moringa por sus propiedades terapéuticas, y también la utilizaban para proteger la piel, hacer perfumes y purificar el agua para beber. La misma Biblia en el libro del Éxodos 15:22-27 se refiere a

la planta como purificadora del agua del Mar Rojo. En el siglo 19, plantaciones de Moringa en el Caribe exportaron el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria. La Moringa ha estado dando pasos agigantados en varias sociedades por miles de años. Sus remedios han pasado de generación en generación en medicina casera. La Moringa es ciertamente uno de los descubrimientos más recientes de la ciencia moderna. (FAO, 2004).

2.1.1 Descripción de la planta *Moringa oleífera*:

Moringa oleífera también conocida como mana verde, marango, moringa, ben, terebinto, Shagara al Rauwaq, en inglés Drumstick y Horseradish, entre otros; Es el único género de la familia Moringáceae, este género comprende 13 especies (cuadro 1) Todas de clima tropical y subtropical; las más conocidas son *Moringa oleífera* y *Moringa stenopetala*.

Cuadro 1. Especies de la familia Moringáceae:

<i>Moringa arborea</i>
<i>Moringa borziana</i>
<i>Moringa concanensis</i>
<i>Moringa drouhardii</i>
<i>Moringa hildebrandtii</i>
<i>Moringa longituba</i>
<i>Moringa oleifera</i>
<i>Moringa ovalifolia</i>
<i>Moringa peregrina</i>
<i>Moringa pygmaea</i>
<i>Moringa rivae</i>
<i>Moringa ruspoliana</i>
<i>Moringa stenopetala</i>

Fuente: AGRODESIERTO, 1998.

2.1.1.1 Distribución Geográfica:

Moringa es originaria del sur del Himalaya, nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminada en una gran parte del planeta. En América Central fue introducida en 1920 como planta ornamental y para cercas vivas, se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros.

2.1.1.2 Descripción Botánica.

El árbol alcanza de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos tenemos láminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar organizadas frontalmente entre ellas en grupos de 5 a 6. Las hojas compuestas son alternas tripinadas con una longitud total de 30 a 70 cm; Flores bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas. Frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 cm de longitud, contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15000 a 25000 semillas por año. El árbol de moringa, posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta contiene un 60% de proteína. La Moringa oleífera es una planta de crecimiento muy rápido, en el primer año se puede desarrollar y crecer como árbol alcanzando varios metros, tres o incluso cinco en condiciones ideales de cultivo. Es una planta que crece muy bien en áreas semiáridas o propensas a la sequía, beneficiándose de algún riego esporádico, resistente aunque con tendencia a perder las hojas en períodos de estrés hídrico. También se beneficia de algún pequeño aporte de fertilizante, ya que no es fijadora de nitrógeno (FAO, 1998).

2.1.2 Requerimientos del cultivo de Moringa:

La moringa requiere de suelos francos y franco arcillosos, tolera suelos arcillosos, pero con buen drenaje. La alta productividad implica una alta extracción de nutrientes del suelo por lo que en su cultivo intensivo debe ser tomada en cuenta la fertilización. La siembra se puede realizar por semillas o estacas, las semillas germinan a los 10 días después de la siembra; La moringa puede ser cultivada en forma de canteros, áreas pequeñas o grandes de acuerdo al requerimiento de alimentos y a las posibilidades de manejo. También, en caso de pequeños productores, se puede sembrar en estacas o cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes. En todo caso, los rebrotes se deben cortar entre 35-45 días, cada vez. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento forraje fresco. *Moringa oleifera* se cultiva en muchos huertos de varios países asiáticos, africanos y centroamericanos principalmente. En estado salvaje, la Moringa es un colonizador bastante eficiente. Muy adaptable, prefiere los suelos bien drenados y con agua en el subsuelo, acepta bastante bien el riego con aguas de desecho, lo que lo convierte en una especie idónea para el aprovechamiento de aguas depuradas, incluso de aguas residuales. En relación al pH del suelo, los mejores resultados se han obtenido en suelos de pH neutro o ligeramente ácido. No obstante en pruebas en suelo alcalino donde se ha introducido soporta pH incluso superior a 8.5. Las Temperaturas ideales son entre 20 a 40°C, altitudes desde el nivel del mar, hasta los 1.000 mts (dependiendo también de la latitud). La moringa es bastante resistente a la sequía, pero bajo condiciones de stress hídrico su productividad se resiente y es necesario un aporte hídrico suplementario (riego). Por regla general con un índice de precipitaciones inferior a 300 mm por año los árboles requieren de algunos riegos periódicos para su estabilización. Lo ideal son 500 mm bien distribuidos durante todo el año para mantener árboles establecidos sin necesidad de riegos. En sistemas agroforestales, esto es combinaciones de árboles con cultivos tradicionales o convencionales, la moringa es una especie ideal. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo al tiempo que lo protege de factores climáticos externos, erosión y excesiva desecación. Al ser la moringa un árbol de copa ancha, pero relativamente poco densa cubre y protege un área importante sin proyectar sombra demasiado densa sobre los otros cultivos. En caso necesario es muy fácil aclarar o podar las moringas para conseguir una mayor penetración de luz solar (Gopalan, 1994).

2.1.3 Productividad del cultivo:

La densidad de 1 millón de plantas/ha se ha considerado como la óptima (Cuadro 2), por la producción de biomasa fresca, materia seca, proteína, costo de siembra, manejo del corte y control de malezas en buenas condiciones agroclimáticas. En el caso de las altas densidades (más de 1 millón pl/ha), la alta densidad crea una alta competencia entre las plantas, vía fototropismo, incidiendo esto, en pérdidas de plántulas de hasta 20 y 30% por corte, lo cual directamente produce altas pérdidas de material productivo por área. Adicionalmente los diámetros de los tallos y rebrotes son delgados, incidiendo negativamente en la producción de material. Aunque se obtienen altas cantidades de masa fresca a expensa de la alta densidad (Gopalan, 1994).

- Cuadro 2. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en 8 cortes por año en Moringa bajo diferentes densidades de siembra (Edad de la plantación: 45 días).

Densidad	Biomasa	Materia	Proteína	Pérdidas
Pl/ha	Fresca	Seca	total	de plantas
	ton/ha/	Ton/ha/	ton/ha/	en la poda
	Corte	Corte	corte	%
95	196	2,634	368	0
350	297	4,158	582	0
900	526	5,067	9,642	0
1 millón	78	8,315	1,585	1
4 millones	974	12,662	2,405	20
16 millones	259	34,031	6,465	30

Fuente: Universidad Centro Americana, Nicaragua 1996.

2.1.4 Principales plagas que afectan el cultivo:

Las plagas que afectan las plantas inmediatamente después de la germinación son hormigas, zompopos, el gusano medidor y *Mocis latipes*, normalmente realizan un ataque y no regresan más al cultivo, aunque hay que controlarlo de todas formas para disminuir los daños. En los ensayos llevados a cabo en Gran Canaria las plantaciones han sido arrasadas por los conejos; La densidad de estos animales es relativamente baja pero al

ser las moringas arboles muy apetecibles y la zona en que se plantaron muy seca y sin cubierta vegetal de ningún tipo no había ningún otro alimento disponible, es imprescindible proteger los árboles jóvenes con tubos de tela metálica, firmemente anclados al suelo y de una altura mínima de medio metro. También es recomendable un control sobre los otros fitófagos (FAO, 2004).

2.2 Utilidades de la planta:

2.2.1 Comestible.

Todas las partes de la planta son comestibles. El contenido de proteínas, vitaminas y minerales es sobresaliente. El sabor es agradable y las diversas partes se pueden consumir (FAO, 2004).

2.2.2 Ornamentales.

Se trata de arboles muy interesantes y de formas atractivas. Admite muy bien las podas. Se pueden utilizar como arboles de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva, incluso como cortavientos. Muchas especies, sobre todo los "arboles botella" son muy interesantes como ejemplares aislados.

Muy útiles para proteger otros cultivos en sistemas agroforestales. Al no ser un árbol excluyente es un buen soporte para otras especies trepadoras. Es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como "alley cropping" o cultivo en callejones, debido a ciertas características que lo hacen muy adecuado, como su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa con alto contenido en nitrógeno que enriquece la tierra. El cultivo en callejones consiste en cultivar especies herbáceas anuales, o de ciclo corto, entre hileras de árboles que formando los callejones sirven de protección contra el viento y sol excesivo y enriquecen la tierra.

La leña proporciona un combustible aceptable, especialmente para cocinar. Es ligera, con una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4.600 Kcal/kg. La madera, frágil y blanda apenas tiene otro interés que la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel, de excelente calidad en ambos casos (Castellón, 1996).

2.2.3 Combustible.

Según la Universidad Nacional de Ingeniería (1998) *Moringa oleífera* ha cobrado una gran importancia, ya que es una de las especies vegetales con mayor contenido de aceite (35%) y de ella se obtiene un biodiesel de gran calidad. Este cultivo tiene un rendimiento aproximado de 2500 kilogramos/hectárea, un rendimiento de 1,478 Litros de aceite/Hectárea y un factor de conversión a biodiesel del 0.96, que permite una producción aproximada de 1,419 Litros de biodiesel/hectárea. El cultivo de Moringa ha sido investigado en diferentes lugares del mundo, principalmente en la India, África y las Filipinas. En Latinoamérica, se han iniciado programas en los laboratorios de Biomasa de Nicaragua con investigaciones en Moringa realizadas por el Departamento de Biomasa de la UNI la con la cooperación financiera y técnica del Gobierno de Austria; En Panamá la Universidad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Chiriquí trabaja en un súper proyecto para producir biocombustibles, siendo la planta Moringa la alternativa de estos estudios, ya que las hojas de este árbol son muy conocidas para la producción de biogás (Castellón, 1996).

2.2.4 Aceite.

La semilla de Moringa contiene un 35 % de aceite. Es un aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oleico, de calidad por tanto similar al aceite de oliva. Empleado en cocina, no se vuelve rancio, muy bueno para aliño de ensaladas. También puede tener interesantes aplicaciones en lubricación de mecanismos y fabricación de jabón y cosméticos. Este aceite arde sin producir humo, es apto por tanto como combustible para lámparas.

Fertilizante: Los subproductos derivados del procesado de la semilla forman una torta muy indicada como fertilizante natural con un alto contenido en nitrógeno (FAO, 1998).

2.2.4.1 Melífero.

El árbol en flor es una importantísima fuente de néctar para las abejas melíferas (FAO, 1998).

2.2.4.2 Fuente de Hormonas Promotoras de Crecimiento Vegetal.

Obtenidas a partir de extracto de hojas y tallos jóvenes. El principio activo es la Zeatina, una hormona vegetal del grupo de las Citoquininas. También es interesante hacer notar que las hojas de Moringa, incorporadas directamente al suelo previenen del ataque de ciertas plagas (*Pythium debaryanum*) (FAO, 1998).

2.2.4.3 Fertilizante.

Pruebas de laboratorio en Leicester, Inglaterra, confirmaron que la masa que queda después del procesado de la semilla para la extracción de aceite, es altamente valorada como fertilizante natural, con un gran contenido en nitrógeno y coagulantes activos. Además se puede obtener sin costo alguno por ser derivado de esta extracción, La masa se puede secar y almacenar (Castellón, 1996).

2.2.4.4 Cerca viva.

La moringa es un buen seto, de desarrollo muy rápido. Aunque algo sensible al viento como árbol solitario, en agrupaciones es bastante resistente. También es utilizado como cerca viva empleando los tallos de las plantas a modo de postes vivos soportar los diversos elementos de cerramiento: alambres, vallas, etc (FAO, 2004).

2.2.5 Agroforestería.

Se puede intercalar con otros cultivos, se recomienda para recuperación de suelos en zonas áridas y semiáridas, su raíz principal tuberosa y profunda es una gran reserva de agua para épocas de sequía (FAO, 2004).

2.2.5.1 Medicina

En África, Asia y el Pacífico, las flores, hojas y raíces se usan en una gran variedad de medicinas tradicionales: curan diabetes, presión alta, tumores, usan las semillas para tumores abdominales. Las raíces son amargas y sirven como tónico para el cuerpo y los pulmones, también son expectorantes, diurético suave y estimulante para parálisis, epilépticos e histéricos. Las raíces en Nicaragua son usadas cocidas en té para la gota. Las hojas frescas molidas se aplican sobre piel y se puede restregar sobre partes irritadas

con comezón. El aceite no se debe ingerir, pero sirve en usos externos contra enfermedades de la piel (FAO, 1998).

2.2.5.2 Tratamiento de Aguas.

Las semillas son de mucha utilidad como uno de los mejores floculantes naturales conocidos y se emplean ampliamente en la depuración y purificación de aguas fluviales y aguas turbias. También se emplea en la clarificación de miel y del jugo de la caña de azúcar. Es significativo que muchos de los nombres comunes que recibe la Moringa hagan mención específica a la capacidad del mismo para purificar agua. En el valle del Nilo la Moringa oleífera es conocida como Shagara al Rauwaq que textualmente significa árbol que purifica. Las semillas son un floculante natural. Este floculante actúa capturando partículas en suspensión en el agua y provocando que estas se agreguen entre sí y se precipiten al fondo. Modo de empleo (artesanal), simplemente se muelen semillas maduras y se envuelven en un tejido que impida que se disgreguen al introducirlas en el agua a purificar. El ingrediente activo es un polielectrolito que ha sido recientemente identificado y aislado por los laboratorios de BIOMASA en Nicaragua. Para obtener un kilogramo de este elemento son necesarios unos 100 kg de semillas. También se ha descubierto que el nivel de este electrolito presente en las semillas de Moringa es mucho más bajo durante la estación seca. Esto puede explicar el fracaso de ciertas pruebas preliminares para el desarrollo de proyectos de purificación de agua en África. Por tanto es importante utilizar como floculante solamente semillas recolectadas durante la estación Lluviosa (Maydell, 1986).

2.2.5.3 Alimento para Animales.

Los niveles de proteínas y vitaminas ubican a Moringa oleífera como un suplemento de importancia en la dieta de ganadería lechera y de engorde, así como en la dieta de monogástricos (aves, peces, conejos, iguanas, cerdos, etc.), siempre y cuando haya un balanceo nutricional. La Moringa es uno de los forrajes aptos para ganado porcino, por la alta cantidad de proteína que estos animales precisan; Además, posee una digestibilidad entre el 74 y 80%. Para cabras, ovejas, équidos, camellos y aves es igualmente muy bueno. En el Núcleo Herpetológico Bandama está siendo probada como alimento de reptiles herbívoros, especialmente tortugas e iguanas. Parece muy prometedor, pues

alimentos verdes con un índice tan alto de calcio y con muy poco fósforo son poco comunes. En tortugas de tierra no se debe utilizar vegetales con un índice tan alto de proteína como alimento principal, sino más bien como complemento a la dieta. Las hojas de Moringa constituyen uno de los forrajes más completos que se puedan imaginar. Muy ricas en proteína, vitaminas y minerales y con una palatabilidad excelente las hojas son ávidamente consumidas por todo tipo de animales: Rumiantes, camellos, cerdos, aves, incluso carpas, tilapias y otros peces herbívoros (Castellón, 1996).

2.2.5.4 Forraje para ganado vacuno.

El corte de los rebrotes se realiza en intervalos entre 35 y 45 días, estos en función de las condiciones de manejo del cultivo, pueden llegar a tener una altura de 1.20-1.5 m. El material cortado, tallos, ramas y hojas se pican y se suministra a los animales. Se ha llegado a ofrecer hasta 27 kg de material fresco/animal/día. Cuando se inicia la alimentación con Marango es posible requerir de un periodo de adaptación, mezclándolo con otros alimentos que se le ofrece al ganado. El Marango se puede utilizar como un complemento proteínico o sustituto completo (Castellón, 1996).

2.2.6 La Moringa como Alimento Humano.

La *Moringa oleifera* posee cualidades nutricionales sobresalientes y está considerada como uno de los mejores vegetales perennes.

La hojas de Moringa poseen un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es tantas como el huevo, o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina A de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (FAO, 2004).

2.2.6.1 Partes comestibles y formas de preparación:

- **Frutos, o Vainas Verdes, inmaduros:** Se consumen cocidos, saben como judías verdes o habichuelas. Tienen valor comercial en la India, que las exporta frescas o enlatadas, son muy poco conocidas fuera de las comunidades hindúes.
- **Semillas de las Vainas Maduras:** sumergir en agua hirviendo, con un poco de sal, por algunos minutos. Se abre la vaina y se extraen las semillas ya listas para comer. El sabor es parecido al de los garbanzos. También se pueden consumir tostadas, muy nutritivas.
- **Hojas tiernas:** Se preparan hervidas de la misma manera, también sirven para potajes y otros platos variados. Crudas se consumen en ensaladas, el sabor es ligeramente picante, intermedio entre el berro y el rábano.
- **Raíces:** Las raíces de los árboles muy jóvenes (prácticamente en semillero, de poco más de un palmo de alto) son tuberosas, con una raíz principal muy gruesa, a modo de pequeña zanahoria, el sabor es picante, parecido al de los rábanos.
- **Flores:** También comestibles en ensalada.

No sólo es importante tener en cuenta el valor de la moringa como alimento, sino también el hecho de que puede ser uno de los escasos vegetales disponible durante los periodos secos.

2.2.6.2 Otros usos.

La Moringa tiene aplicaciones medicinales muy variadas, especialmente en sus países de origen. Las hojas son muy útiles en la producción de bio-gas. De la corteza se extraen fibras aptas para elaboración de cuerdas, esteras y felpudos. Las hojas trituradas se emplean en áreas muy remotas como agente de limpieza. De la madera se puede extraer un tinte azulado de interés industrial. También se extrae, de la corteza, una goma con varias aplicaciones. De esta goma y de la corteza también se extraen taninos, empleados en la industria del curtido de pieles (FAO, 2004).

2.3 Limitaciones de uso de Moringa oleifera:

Moringa oleifera es muy resistente a la sequía, pero pierde las hojas en periodos prolongados de sequía severa y puede necesitar de algún riego adicional. La madera no sirve para construcción, es blanda y muy poco resistente. Por la misma razón el árbol es relativamente sensible a vientos intensos, especialmente si no se poda. El viento muy intenso también deseca mucho las hojas y puede matar el árbol. De todas formas existen contradicciones en la bibliografía consultada. Las vainas de algunas especies pueden ser un poco venenosas si se consumen en grandes cantidades. Con oleifera y stenopetala no suele haber problema. Si se prueban y resultan ser bastante amargas deben de evitarse para el consumo. La Moringa oleifera no es un árbol muy longevo, suele durar como mucho unos 20 años. Aparentemente otras especies, especialmente los "árbol botella" viven bastantes años más. La Moringa es sensible al frío (heladas) que pueden destruir completamente el árbol, si bien a veces éste rebrota de cepa. También es sensible a la altitud, aunque los parámetros de esta limitación no están bien establecidos. Puede generar sabor peculiar a moringa en la leche si no se dejan transcurrir por lo menos 3 horas entre la ingesta y el ordeño. En vacas de primer parto, exagerado crecimiento del ternero en el vientre materno, por lo que debe provocarse un parto anticipado. Alto porcentaje de agua en el forraje fresco y baja presencia de fibra, ocasiona deposiciones acuosas (Savon, 2005).

2.4 Generalidades del conejo domestico:

2.4.1 Clasificación taxonómica:

Reino: Animal

Subreino: Metazoos

Phylum: Cordados

Subphylum: Craneados

Clase: Mamíferos

Subclase: Vivíparos

Orden: Lagomorfos

Familia: Leporidae

Subfamilia: Leporinae

Genero: *Oryctolagus*

Especie: *Cuniculus*

Fuente: (Leonart, 1980)

Una sola especie en la Península Ibérica. Aun cuando otros estudios taxonómicos más recientes consideran la presencia de 2 subespecies: la *Oryctolagus cuniculus algirus*, con presencia limitada a Galicia, Portugal y la mitad del suroeste peninsular, y es de tamaño corporal algo más pequeño que la otra especie, la *Oryctolagus cuniculus cuniculus*, que ocupa el resto del territorio peninsular, subespecies de la que se considera proceden todas las razas de conejo doméstico (Linnaeus, 1758).

2.4.2 Índices productivos del conejo domestico:

Alcanza la madurez sexual entre los 4 y 6 meses de nacidos de acuerdo a la raza, alimentación, manejo y salud. Pueden sacrificarse a los 80 o 90 días con un peso de 2.5 kg como promedio, peso de la canal del 52 al 60 %. Su gestación sólo es de 30 a 32 días, Puede llegar a tener hasta 10 partos al año, siempre que se garantice buena alimentación, manejo, instalaciones y condiciones de salud.

La carne de conejo es de alta calidad, alta digestibilidad, con un 21.5 % de proteína, 5 % de grasa, colesterol bajo, por tanto se recomienda para niños, enfermos, ancianos y para los que deseen mantener su línea estética. Del conejo además se puede obtener su piel para elaborar diversos artículos de uso común como: zapatos de niños, carteras, bolsos, llaveros, etc. Sus residuos de matanza se pueden utilizar para alimentar a otras especies

como aves, cerdos, etc. El estiércol se considera un magnífico abono orgánico en la agricultura (Nasser, 2008).

2.4.3 Razas empleadas en producción de carne.

Para la producción intensiva, las razas más empleadas son: Neozelandés, Californiano e híbridos. Para la crianza casera o familiar es recomendable iniciarse con razas locales, por su mayor rusticidad y resistencia a las enfermedades. En la medida que se adquiere experiencia, se pueden mejorar los ejemplares de mayor productividad, mediante cruces con los mencionados anteriormente.

2.4.4 Sistemas de producción:

2.4.4.1 Producción extensiva.

Se basa en la producción de carne a partir de recursos naturales, tales como forrajes verdes, restos de cosechas, Follaje de árboles, plantas nativas etc. Los excedentes pueden proveer ingresos adicionales, con la venta de Carne, piel y guano como abono orgánico. Este sistema requiere implementar las siguientes medidas: Suplementar con forraje de alta calidad a las hembras en las siguientes etapas: Ultimo tercio de gestación (última semana) para promover el crecimiento fetal. Primera semana después del parto, con el objeto de proveer nutrientes para la lactancia. Una semana antes y después de la monta, para aumentar la fertilidad, tamaño y viabilidad de la camada. Por lo general la segunda y tercera lactancia de cada hembra es menor, en este sistema, dadas las pérdidas corporales que ocurren en la primera lactancia. La lactancia no debe ser superior a 6 semanas (42 días) y puede disminuir si el peso de los gazapos es superior a 350 g. a esa fecha (Bonacic,2005).

2.4.4.2 Producción semi intensiva.

Este sistema combina la alimentación de forrajes verdes, desechos de cosecha, etc, con alimento balanceados en pellets o cubos. Es menos eficiente que la producción intensiva por el mayor tiempo involucrado en el destete el cual se realiza a los 30 días después del parto.

2.4.4.3 Producción intensiva.

Se efectúa con alimentación balanceada, reproducción intensiva (inseminación artificial) y razas de alta productividad, destetando los gazapos al día 21 de su nacimiento. Este sistema requiere de un manejo tecnificado e involucra mucha inversión (Bonacic, 2005).

2.5 Generalidades digestivas de la especie.

Los conejos son animales herbívoros no rumiantes que se caracterizan por poseer un intestino grueso (ciego y colon) muy desarrollado. El ciego y colon juegan un papel muy importante en la fisiología digestiva de esta especie y son responsables de la separación, por tamaño y densidad, de las partículas de alimento que llegan a la unión ileocecal y de la formación de las heces blandas que serán reingéridas durante el proceso de cecotrofia. Al igual de lo que sucede en otros mamíferos no rumiantes, el alimento consumido es digerido parcialmente en el estómago (digestión gástrica) y más completamente en el intestino delgado; En el intestino grueso ocurre una fermentación microbiana anaeróbica que muestra cierta similitud a la fermentación ruminal (Gajardo, 2008).

2.5.1 Alimentación del conejo:

Se plantea que la alimentación constituye alrededor del 70% del gasto que se hace en la crianza de los animales de granja y el conejo no es la excepción; El alimento es utilizado por el animal de acuerdo a su estado fisiológico destinándolo para: mantenimiento, crecimiento, reproducción, lactación y engorda. Una dieta completa para el conejo debe poseer la cantidad necesaria de energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas. Los concentrados no deben ser tan finos como el polvo ya que afecta el sistema respiratorio y se desperdicia con facilidad, se puede mezclar los productos teniendo muy en cuenta el porcentaje de proteína y energía. El conejo practica la cecotrofia, el alimento pasa dos veces por el estómago para aprovechar mejor el alimento, ingiere la primera defecación directamente del ano y esas virutas (cagarrutas) es el producto final de la segunda defecación, esta actividad la hace en horas nocturna normalmente (Frautigon, 1992).

2.5.2 Requerimientos de energía.

Las necesidades de energía durante el período de desarrollo varían en función de peso y de su velocidad de crecimiento. Se ha estimado que los conejos tienen un menor requerimiento de energía por unidad de ganancia de peso que otras especies, aún en las últimas semanas de desarrollo, ya que el contenido de grasa corporal de los conejos sacrificados entre 2 y 2.5 kg oscila entre 5.5 y 6.8%, mientras que para pollos a la edad de sacrificio es aproximadamente 12%. Las recomendaciones generales para crecimiento oscilan entre 220 y 240 Kcal de energía metabolizable (EM) por kg de peso metabólico (Lleonart, 1980).

2.5.3 Requerimientos de proteína.

Es recomendable del 16 al 18% de proteína en la ración, una dieta que contenga más de 18% de proteína bruta aumenta la incidencia de enterotoxemias y este desorden metabólico es particularmente alto cuando la proteína de la dieta excede 20%. Se ha sugerido que un exceso de proteína en la dieta aumenta la presencia de este componente en la ingesta que llega al ciego, lo que favorece la proliferación de *Clostridium* y puede aumentar la presencia de *E. coli*. Por otro lado, una dieta con bajo contenido de proteína bruta se relaciona con un incremento en la aparición de diarreas y con una mortalidad relativamente elevada. Sin embargo, la ocurrencia de diarreas depende del equilibrio que exista entre el contenido de energía y proteína de la dieta que modifica el metabolismo del ciego (Carabaño *et al*, citado por Nasser 2008). Las necesidades de proteína son relativamente altas en las primeras etapas de crecimiento, durante los primeros 21 días de vida, el gazapo cubre las necesidades de proteína a través de la leche materna (12-14 % PB de alta digestibilidad). Pasado este periodo, la satisfacción de las necesidades de proteína del gazapo en crecimiento dependen más del alimento sólido suministrado que de la leche materna. Se ha demostrado que en conejos, al igual que en otras especies de mamíferos, los aminoácidos que se consideran indispensables son arginina, histidina, leucina, isoleucina, lisina, fenilalanina, metionina, treonina, triptófano y valina (Lleonart, 1980).

2.5.4 Relación Energía Proteína (E:P).

En general, cuanto mayor sea la concentración energética de la dieta, es decir, cuanto menor sea su contenido de fibra, menor será el consumo voluntario de los animales y, como consecuencia, la concentración de otros nutrientes debe ser mayor. Cuando la relación E:P es muy elevada (déficit de proteína), las ganancias de peso disminuyen. Los mejores resultados se obtienen con una relación E:P de 23.5 kcal ED/g PD, siendo aceptable un intervalo de variación entre 22.5 y 25.0 kcal ED/g PD. La relación E:P también tiene efecto sobre la composición corporal de los animales. Las dietas con alta relación E:P (déficit de proteína) limitan el crecimiento muscular de los animales y favorecen una mayor deposición de tejido adiposo, especialmente en el área visceral. Debido a que la deposición de tejido adiposo requiere más energía que la deposición de proteínas, un cambio en la composición de la ganancia de peso hacia una menor deposición de proteínas afecta negativamente el índice de conversión del alimento proporcionado, aún cuando las proteínas del alimento contengan un perfil equilibrado de aminoácidos indispensables (Frautigon, 1992).

2.5.4.1 Requerimientos de fibra.

La fibra interviene en el proceso de formación de heces duras dando consistencia a la ingesta y, sobre todo, interviene en el mantenimiento de la normalidad del tránsito de la ingesta por el tracto intestinal. Las dietas con alto contenido de carbohidratos estructurales se relacionan con una baja producción de AGV's (acéticos y propiónico) en el ciego y, como consecuencia, se caracterizan por una mayor velocidad de tránsito. Por el contrario, raciones con bajo contenido de fibra permanecen demasiado tiempo en el ciego, dando lugar a fermentaciones indeseables. El aumento en el contenido cecal con dietas altas en fibra es común en animales mamíferos no rumiantes, mientras que un alto contenido cecal con dietas con bajo contenido de fibra es característico de los conejos y está relacionado con una menor movilidad del tracto digestivo. Un aumento del tiempo de retención cecal supone un descenso del consumo de alimento, por esto, al proporcionar dietas con bajo contenido de fibra se afecta negativamente la ganancia de peso y conversión alimenticia durante el crecimiento y engorde (Gajardo, 2008).

En conejos, se ha demostrado que la inclusión de fuentes de fibra más solubles en las dietas favorece un aumento de la longitud de las vellosidades intestinales y, por el contrario, la inclusión de fuentes de fibra lignificada puede producir atrofia en la estructura del tejido y alterar el funcionamiento normal de los enterocitos intestinales. Los conejos, por tanto, presentan un gran potencial para utilizar alimentos con alto contenido de fibra y que no son apropiados para aves o porcinos o que no están disponibles en cantidades suficientes como para ser incluidos en dietas para rumiantes (Nasshasg, 1997).

2.6 Metabolismo del ciego.

En términos de masa y capacidad, el ciego abarca aproximadamente el 40% del tracto gastrointestinal. Es el mayor sitio de fermentación y degradación de los componentes fibrosos de la dieta a través de la fermentación anaeróbica. Presenta ciertas particularidades tales como la secreción del apéndice cecal y una alta movilidad circadiana de llenado y vaciado asociada con el mecanismo de la cecotrofia. Aunque existe cierta similitud con el rumen de los rumiantes, la población bacteriana en el contenido cecal es menor, dominan los bacilos no esporulados gram negativos y, bajo condiciones normales de alimentación, prácticamente no se detectan lactobacilos. Comparada con la actividad enzimática de los microorganismos ruminales, la actividad fibrolítica de las bacterias del ciego de los conejos es más baja, pero la actividad proteolítica y aminolítica es más alta. Sin embargo, en términos de magnitud, esta capacidad es notablemente inferior a la de los rumiantes e incluso a la de otros herbívoros que presentan fermentación cecal, como el caballo. Estas diferencias se atribuyen al corto tiempo de permanencia de la ingesta en el ciego y a los movimientos específicos del íleon distal y colon proximal que impiden la entrada de las partículas fibrosas de mayor tamaño al ciego. La formación de ácidos grasos volátiles (AGV), como resultado de la actividad fermentativa, contribuye a satisfacer las necesidades energéticas del animal, en una proporción variable según la cantidad y tipo de fibra que contiene la dieta. Algunos estudios indican que los AGV producidos pueden ser del orden del 30% del metabolismo basal; Todos los AGV pueden ser metabolizados en la mucosa intestinal y el ácido butírico parece ser el que suministra energía de manera preferente a las células de la mucosa del ciego y colon. Una mayor producción de AGV favorece el crecimiento de la mucosa, ejerciendo cierta protección contra la adhesión de microorganismos patógenos, y por tanto previendo la incidencia de diarreas (Carabaño *et al*, citado por Nasser 2008).

2.6.1 Mecanismo de la cecotrofia.

Los conejos producen dos tipos de heces: heces blandas y heces duras. Las primeras son consumidas por el animal directamente desde el ano y las segundas son realmente el producto de excreción. La fuente común de ambos tipos de heces es el material cecal pero la diferencia en composición química entre ambas refleja la existencia de un mecanismo específico para producir las heces blandas. Las heces blandas tienen un mayor contenido de humedad, nitrógeno total, minerales, vitaminas, AGV's y un menor contenido de fibra bruta. El colon proximal de los conejos presenta una función dual en lo referente a la formación de las heces blandas y duras. El proceso involucra movimientos peristálticos que permiten hacer una separación de la ingesta por densidad y tamaño de partícula y, selectivamente, hacer pasar el material fibroso de mayor tamaño hacia el colon distal donde (después de un complejo proceso de absorción y secreción) se forman las heces duras. El material menos fibroso y más denso es canalizado hacia el ciego, sirve de sustrato para la fermentación microbiana a la vez que provee el material para el próximo período cecotrófico. A medida que aumenta el contenido de fibra bruta en la dieta se observa un aumento en el contenido de fibra en las heces duras con poco efecto sobre el contenido de fibra en los cecótopos. Estos resultados evidencian la capacidad de los conejos para separar el material más digerible presente en la ingesta que alcanza el colon proximal del resto de los componentes, aún cuando la proporción de material indigestible en la dieta consumida sea muy elevado (Nasshasg, 1997).

2.7 Bloques Multinutricionales (BM).

Los bloques multinutricionales (BM) constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos y que contienen una alta concentración de energía, proteína y minerales. Son preparados utilizando urea, melaza, y un agente solidificante. Adicionalmente puede incluirse, minerales, sal, y una harina que proporcione energía. Generalmente el uso de los BM ha sido como alimentación estratégica durante la época seca, son resistentes a la intemperie y es consumido lentamente por lo que garantiza el consumo dosificado de la urea. Los bloques se pueden elaborar con gran variedad de ingredientes, dependiendo de la oferta, en el mercado, la facilidad para adquirirlos y el valor nutritivo de los mismos.

2.7.1 Dureza:

El factor que más afecta el consumo es probable que sea la dureza del bloque. La dureza de los BM va a depender de varios factores, entre otros: el nivel de solidificante, la cantidad de melaza, del tiempo de almacenamiento, grado de compactación y si se cubren o no con una bolsa plástica, que está estrechamente relacionado con el nivel de humedad. A mayor proporción de solidificante, mayor será la consistencia que alcanza. La experiencia indica que un nivel adecuado de solidificante está entre 8 y 10 % de la mezcla. El endurecimiento podía ser retardado aproximadamente un 25 % al empacar los bloques en bolsas plásticas que los aíslan del medio ambiente; también, ha medida que aumenta el nivel de compactación se incrementa la dureza de los BM y disminuye la humedad. La proporción de melaza también influye sobre la dureza de los bloques. Los BM mejoran la digestibilidad aparente de la materia seca hasta en un 20% en henos de mala calidad, al permitir mayor eficiencia en la fermentación de la pared celular, aumenta la tasa de pasaje de la ingesta, facilitando su desocupación e incrementado el consumo (Araujo, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

El presente trabajo se realizó en la granja cuñícola La Española, localizada en el cantón el Canalito municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, con coordenadas latitud Norte 13 °57'32.66" y longitud Oeste 89 °46'30.72"; Situada a una altitud de 630msnm, con una temperatura promedio anual de 23 °C, una precipitación promedio de 1700mm anuales y humedad relativa de 73%. (figuras A1 y A2).

3.2 Instalaciones y Equipo.

3.2.1 Instalaciones.

La granja cuenta con una galera de laterales abiertos, ubicada de oriente a poniente, permitiendo una adecuada iluminación y circulación del aire. Con las siguientes dimensiones: 11mt de largo y 8mt de ancho (Haciendo un área total de 88 m²), piso de tierra; un área perimetral delimitada por malla de alambre galvanizado tipo ciclón y techo de dos aguas simétricas cubierto con lámina galvanizada, colocada sobre una estructura de madera rustica, con una altura central de 3.5mt y 2.7mt en su parte inferior.

Las jaulas se encuentran dispuestas en filas de oriente a poniente, con pasillos de 1mt de ancho permitiendo un adecuado acceso y circulación en el manejo rutinario de la granja (figura A3). También cuenta con un área de rastro, el cual cuenta con una viga, que posee sogas para sujetar a los conejos de las patas traseras para su sacrificio, todo el proceso de sacrificio se realiza permaneciendo el animal en el aire. Dentro de las instalaciones se encuentra una galera de madera rustica y techo de teja con un área de 36 m² que sirve como bodega de almacenamiento de alimento y equipo. En el desarrollo del experimento se utilizaron cuatro jaulas de estructura metálica diseñadas en sistema plano (Flat Deck) de 0.9m de largo x 0.6m de ancho x 0.4m de alto; ubicadas sobre un sistema de patas a 0.7m sobre el nivel del piso, para el manejo colectivo de gazapos en la fase de engorde; las cuales se desinfectaron utilizando una bomba de mochila con capacidad para 16lt de solución desinfectante (formalina al 10%), cepillos plásticos y espátulas.

3.2.2 Equipos.

Para la fabricación de los bloques se uso un molde metálico de lámina galvanizada de 10.16cm de diámetro por 5.08cm de alto, y un mazo de madera de 3.81cm de diámetro para apisonar la mezcla. También se utilizo una báscula de reloj con capacidad para 20kg, para el pesaje de los animales, materias primas y bloques alimenticios; en cada jaula se coloco un bebedero lineal de lámina galvanizada con capacidad de 3lt; además un comedero plástico circular sujetado al piso de la jaula con alambre de amarre galvanizado evitando el desperdicio de alimento. En estos comederos se colocaron 4 bloques de 170gr y se recolecto el alimento rechazado, además se utilizó una mesa de madera de 3m de largo por 1.2m de ancho, para el secado de los bloques.

Para la recolección del follaje de moringa, se utilizaron: machetes, sacos de nylon con capacidad de 50kg, zarandas metálicas de 0.6cm de diámetro para separar tallos y raquis del material a utilizar.

3.2.3 Limpieza y desinfección de las jaulas

Para la desinfección de las jaulas se procedió a lavarlas y rasparlas con espátulas y cepillos plásticos usando abundante agua y detergente, luego se aplico una solución de formalina al 10% (utilizando 8lt de solución para las 4 jaulas), con bomba de mochila para poder alcanzar todos los espacios de las jaulas, luego fueron cubiertas con una mezcla de agua con cal, a razón de 0.5kg por 4lt de agua. Posteriormente se expusieron a la radiación solar para completar el proceso de secado, permaneciendo vacías durante una semana antes de montar el ensayo en un lugar limpio y seco.

3.3 Metodología.

3.3.1 Duración del experimento:

El experimento tuvo una duración de noventa días en la fase de campo divididos en treinta días del nacimiento al destete de los gazapos y luego sesenta días de la etapa de engorde, comprendida del veinticuatro de noviembre de 2008 al veinticuatro de enero de 2009.

3.3.2 Animales Utilizados.

Para el desarrollo del experimento se utilizaron veintiocho conejos destetados a los 30 días de edad, con un peso promedio de 0.49kg, todos los animales de la raza neozelandés blanco, los cuales fueron seleccionados de un total de setenta y tres animales procedentes de 12 reproductoras contemporáneas y de características homogéneas entre si, provenientes de la misma granja (Figura A4).

3.3.3 Identificación botánica de Moringa oleifera.

Antes de la recolección del material, se procedió a la verificación de la especie botánica, mediante revisión bibliográfica y consultas con expertos, ya que existen otras especies del género Moringa, luego se recolectaron muestras de follaje para realizar análisis bromatológicos (Cuadro 3) con el propósito de determinar contenidos nutricionales y comparar con los reportados en la literatura.

Cuadro: 3 Análisis bromatológico del follaje de Moringa oleifera (%).

HUMEDAD PARCIAL	HUMEDAD TOTAL	CENIZAS	PROTEÍNA	EXTRACTO ETÉREO	FIBRA CRUDA	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO
73.72	2.64	9.14	27.85	5.24	7.15	50.62

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola, Fac.CC.AA, Universidad de El Salvador, 2008.

3.4 Proceso de recolección del follaje de Moringa oleifera.

El follaje fue recolectado mediante la poda de ramas de árboles con una edad aproximada de 5 años, ubicados en las cercas perimetrales de la hacienda Calera Grande, en el cantón Río Frío, municipio de Atiquizaya, departamento de Ahuachapán.

Se procedió a la poda de árboles, con una altura entre 3.5 a 5.0m, luego se retiraron las ramas más leñosas, dejando únicamente aquellas delgadas, las cuales fueron transportadas al lugar de secado.

3.4.1 Proceso de secado del follaje:

Luego de recolectar el material las ramas fueron esparcidas sobre sacos de nylon colocados en el piso de una galera techada para evitar la pérdida de vitaminas A y C por efecto de la radiación solar y manteniendo buenas condiciones de ventilación. Todo el proceso de secado fue a la sombra requiriendo múltiples volteos del follaje para no permitir el desarrollo de hongos y combustión, al tercer día las hojas se desprendieron de los raquis de manera natural y éstos de las ramas, los cuales permanecieron juntos durante los quince días del secado, permitiendo una mayor ventilación al follaje y de esa manera un secado más homogéneo.

Una vez seco el follaje se tamizó y se redujo a partículas en una zaranda de 6mm de diámetro la cual permitió el paso de hojas pero no de raquis, ni ramas; luego de separados, el material fue almacenado en sacos de nylon de 50kg de capacidad para su posterior utilización.

3.4.2 Formulación de las raciones:

Para la fabricación de los bloques, se procedió a realizar un balanceo de cada una de las raciones correspondiente a cada tratamiento; para balancear cada ración se utilizó un requerimiento de energía digestible de 2800Kcal/día y 16% de proteína cruda presente en la ración testigo, de la cual se derivan los tratamientos con los diferentes niveles de sustitución (cuadro 4); La sustitución de la proteína de la dieta por proteína de moringa consistió en reemplazar porcentajes del 25,50 y 75% de la proteína total de la ración (16% formado por las aportaciones proteicas de las materias primas), por cantidades de follaje que aportaran la cantidad de proteína equivalente a la cantidad que se estuviese sustrayendo. Para esto se utilizó un programa informático llamado Brill (1987) desarrollado por la Universidad del Estado de Kansas, Estados Unidos de Norteamérica, dicho programa trabaja mediante el ingreso de información tal como los requerimientos de la especie y las aportaciones nutricionales de las materias primas a utilizar.

Cuadro: 4 Raciones experimentales:

Tratamientos Ingre. en lb.	T0 0%Moringa	T1 25% Moringa	T2 50% Moringa	T3 75% Moringa
Harina de maíz	27.03	22.4	17.54	34.91
Harina de soya	27.8	20.56	13.26	1.93
Afrecho de trigo	20	20	19.83
Harina moringa	14.82	29.64	44.46
Fosfato dicalcico.	0.13	0.33	0.53	1.38
Carbonato de calcio.	2.17	2.07	1.38	1.08
Sal común	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales	0.25	0.25	0.25	0.25
Coccidiostato	0.1	0.1	0.1	0.1
Rastrojo	5	2
Melaza	5	5	5	3.38
Cemento	12	12	12	12
TOTAL	100	100	100	100

3.4.3 Elaboración de bloques multinutricionales.

Los bloques multinutricionales fueron elaborados antes y durante el experimento propiamente dicho con el objetivo de que los animales se adaptaran a su consumo, y suministrar un alimento fresco y de buena calidad nutricional.

El paso más delicado en el proceso es el compactado del bloque ya que si no se hace de forma adecuada el bloque no mantiene su forma al retirar el molde, y lo mas importante es que un compactado defectuoso deja cámaras de aire en el bloque lo que provoca el desarrollo de hongos y larvas de mosca las cuales son atraídas por la fermentación de la maleza, por lo que su elaboración debe hacerse en condiciones higiénicas (Figura A5).

Una vez se balancearon las formulas nutricionales correspondientes al 0%, 25%, 50% y 75% de sustitución de proteína de las dietas por proteína de moringa; Se procedió a la elaboración de las mismas de acuerdo al siguiente orden secuencial:

1. Pesado de todas las materias primas comenzando con las de mayor volumen (maíz, soya, afrecho de trigo y follaje de moringa) y luego pesando los minerales, pre mezclas vitamínicas, coccidiostatos y sal común; Una vez pesados los ingredientes se mezclaron, iniciando con las materias primas de mayor volumen, para facilitar la homogenización de los ingredientes, luego se adicionaron los ingredientes de menor volumen y se mezclaron nuevamente homogenizando por completo la ración.
- 2 La melaza y el cemento se agregaron una vez las demás materias primas estaban bien mezcladas, colocándolas en un recipiente plástico con capacidad para 25kg en donde se añadió la melaza y el cemento, luego se adiciono agua a 50 °C con el propósito de crear una pasta en la cual la melaza y el cemento se encontraran uniformemente distribuidos ya que estos mantendrían la forma del bloque.
- 3 Cuando la pasta alcanzó una textura homogénea, se colocó en el molde de 10.16cm de diámetro y 5.08cm de alto, el cual se trabajo sobre una pieza de papel periódico que absorbía el exceso de humedad. Para el llenado del molde, se realizo en el piso y se procedió a compactarlo en 3 momentos colocando una parte de pasta, compactándola con el mazo de madera y luego añadiendo la otra y compactando y así hasta llenar bien el molde metálico, fabricado de lamina galvanizada lisa lo que permitió retirarlo al terminar cada bloque, el cual mantenía su forma gracias a la consistencia de la mezcla.

Todo el proceso de mezclado se realizo de forma manual ya que de esa forma se logro homogenizar mejor la pasta.

3.5 Secado de los Bloques Multinutricionales (BM).

Para secar los BM, se colocaron sobre una mesa de madera 24 horas después de fabricados, en este periodo la masa endureció y permitió su manipulación sin perder su forma; ya en la mesa permanecieron 3 días al sol con 2 volteos por día para darle un secado homogéneo. Luego del secado los bloques permanecían almacenados temporalmente en una caja de cartón en un lugar ventilado mientras se utilizaban.

Los BM se elaboraban dos veces por semana, manteniendo un suministro de alimento fresco sin alterar sus propiedades nutricionales.

3.5.1 Manejo de los animales.

3.5.1.1 Selección de las unidades experimentales:

Se seleccionaron 12 reproductoras de la raza neozelandés blanco de 9 meses de edad, homogéneas entre si , las cuales fueron montadas por 3 machos de la misma raza; luego del parto se les dio seguimiento a los gazapos, los cuales permanecieron con la madre por un periodo de treinta días alimentados con la leche de la coneja durante ese periodo, pero a los dieciocho días de nacidos, se les colocó a cada camada un BM (114gr) por día con un contenido del 25% de moringa, por lo tanto los gazapos se alimentaron con leche y alimento solido a partir del día 18; Se consideró el mínimo contenido de follaje (25%) con el objetivo de adaptar a los gazapos al consumo de alimento en forma de bloque, y a la vez detectar posibles efectos en cuanto a su palatabilidad. Para evitar el consumo del concentrado peletizado ofrecido a la madre, los comederos de las reproductoras fueron colocados a 20cm sobre el piso de la jaula, de tal manera que los gazapos no tuvieran acceso al alimento peletizado.

Luego de la fase de adaptación comprendida de los dieciocho a los treinta días de edad, los gazapos fueron destetados, pesados y de un total de setenta y tres animales se seleccionaron veintiocho conejos homogéneos en peso, edad y manejo; los cuales fueron distribuidos en cuatro jaulas, colocando siete animales en cada una de forma aleatoria, constituyendo las repeticiones de cada tratamiento.

3.5.2 Identificación de los animales.

Con el fin de reducir los errores y hacer una toma de datos más objetiva cada uno de los animales de los 4 tratamientos fue identificado con un número correlativo del 1 al 7; Los números se colocaron en las 2 orejas en la parte interna con un plumón de tinta indeleble usando un color por cada tratamiento, para evitar confusiones entre las unidades experimentales en el proceso de toma de datos.

3.5.3 Fase de engorde:

En la fase de engorde, iniciada luego del destete cada tratamiento recibía la ración en forma de bloque multinutricional de acuerdo al sorteo azarizado de las cuatro raciones (0% moringa, 25% moringa, 50% moringa y 75% moringa) respectivamente.

Los BM de cada tratamiento se suministraban por la mañana una sola vez en el día, pesándolos y colocándolos en el comedero y al día siguiente se pesaban los residuos calculando a diario el consumo y se colocaban bloques nuevos previamente pesados. El Suministro de alimento se ajustaba periódicamente de acuerdo al consumo, ya que a mayor edad era necesario suministrar más de un bloque, colocando como máximo 4 BM de 170gr de peso promedio por tratamiento.

Para la determinación de pesos vivos, consumo de alimento, y conversión alimenticia se tomaban pesos semanales (días lunes a las 8.00 a.m), esto antes de ofrecer alimento a los animales.

El agua se cambiaba a diario lavando bebederos con agua y jabón, para ofrecer agua fresca, también fue utilizada como medio para la aplicación de desparasitantes los cuales se ofrecieron una semana después del destete, con el propósito que los animales aprovecharan de una mejor forma el alimento, utilizando 3gr de piperazina por litro de agua ; para compensar deficiencias nutricionales se adicionaron sales y minerales, electrolitos (una vez por semana usando 0.5 gr por litro de agua), y antibióticos de forma preventiva, usando dosis mínimas (0.75gr por litro de agua).

Para acercarse todo lo posible a las condiciones de manejo en granjas comerciales, los animales se manejaron de manera similar con la única diferencia del tipo de alimento a experimentar.

3.5.4 Sacrificio de los conejos:

Transcurridos los 60 días de la fase de engorde se procedió al sacrificio de todos los animales de cada uno de los tratamientos, suministrando únicamente agua 24 horas antes y suspendiendo por completo el suministro de alimento.

El sacrificio se realizo en un área aledaña a la galera de la granja, donde se encuentra instalada una viga dispuesta a una altura de 1.50m, con el propósito de colgar de las patas a los conejos, y realizar el proceso del sacrificio de los animales.

3.5.4.1 Pasos en el sacrificio de los conejos:

Todos los residuos fueron pesados de manera individual: sangre, vísceras, piel, despojos (cabeza, patas, rabo), con el objetivo de obtener información exacta en el cálculo de los rendimientos.

1. Toma de peso vivo: Previo al sacrificio se realizo la toma de peso vivo de cada animal utilizando una balanza de reloj con precisión en onzas.
2. Insensibilización del animal.
3. Colgado.
4. Decapitado.
5. Sangrado.
6. Desollado.
7. Eviscerado.
8. Lavado de la canal.
9. Toma de peso de la canal caliente.

3.6 Metodología estadística.

3.6.1 Descripción de tratamientos:

T0: 0% de sustitución de la proteína total del alimento.

T1: 25% de sustitución de la proteína total del alimento por proteína de moringa.

T2: 50% de sustitución de la proteína total del alimento por proteína de moringa.

T3: 75% de sustitución de la proteína total del alimento por proteína de moringa.

3.6.2 Variables a evaluar.

Consumo de alimento: Se determinó semanalmente por medio de la diferencia del alimento ofrecido y el alimento rechazado.

Consumo = Alimento ofrecido – Alimento rechazado.

Peso vivo: Es el peso del animal vivo, determinándose cada semana.

Conversión alimenticia: Es la relación calculada entre el alimento consumido y el peso vivo alcanzado, determinándose semanalmente para cada tratamiento.

CA = Consumo de alimento ÷ Ganancia de peso.

Rendimiento en canal: Es la relación porcentual entre el peso de la canal (Después de eliminar sangre, vísceras, piel, cabeza y patas) y el peso vivo, antes del sacrificio. El rendimiento se calculo al final del ensayo.

Rendimiento en canal (%) = (Peso de la canal ÷ Peso vivo) × 100

3.7. Diseño estadístico.

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar, con 4 tratamientos, y 7 repeticiones por tratamiento, constituyendo cada uno una unidad experimental. Los 28 conejos (7 por tratamiento) utilizados eran homogéneos entre si en cuanto a su raza, edad, peso y manejo; El sexo no se tomó en consideración ya que las diferencias en conejos se presentan después de la madurez sexual (3 meses) lo que dura la fase de

engorde, por lo tanto no es un factor que pueda hacer variar la respuesta entre machos y hembras (Nasser, 2008).

3.7.1 Modelo matemático.

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Característica bajo estudio, M = Media experimental, T_i = Efecto del tratamiento, j = Numero de repeticiones de cada tratamiento, E_{ij} = Error experimental.

3.7.2 Análisis estadístico.

Para el análisis de las variables fue utilizado el programa estadístico M-S STAT por medio del cual se corrigieron las pruebas de Diferencia Mínima de Significación (DMS) y TUKEY ambas con un nivel de confianza del 95%; Dichas pruebas se basan en la comparación de las diferencias de las medias de cada tratamiento, (cuadros A2, A3, A4 y A5).

Previo al análisis de varianza de las variables en estudio: Consumo, Peso vivo, Conversión alimenticia y Rendimiento en canal; Se verificó si los datos recolectados en campo no violaban el supuesto de homogeneidad de varianza mediante la prueba de Barlett's (cuadro A1), comprobándose de esta manera que las varianzas de los tratamientos en estudio se comportaban de manera similar estadísticamente, por lo que se procedió al análisis de los datos en su forma original.

3.7.3 Análisis económico.

Para el análisis económico de los tratamientos se utilizó la metodología de presupuesto parcial, la cual incluye el análisis de dominancia, la curva de beneficio neto y la tasa de retorno marginal, toda la metodología económica seguida fue la recomendada por El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis Estadístico de las Variables:

4.1.1 Variable Consumo:

Para el caso del consumo semanal promedio, estadísticamente no se observó diferencia alguna entre los tratamientos en estudio (cuadro A2), por lo que se deduce que todos los tratamientos consumieron similar cantidad de alimento semanal manifestado por las pruebas realizadas (cuadro A9).

Lo cual indica que la aceptación del alimento que contenía moringa aun en sus niveles más altos, es tolerable por los animales en estudio.

Como se observa el consumo de alimento entre tratamientos se comporta de manera similar, pudiéndose decir que el nivel de sustitución de la proteína de la ración por proteína de moringa no influyó de forma directa en la ingesta de alimento por parte de los animales.

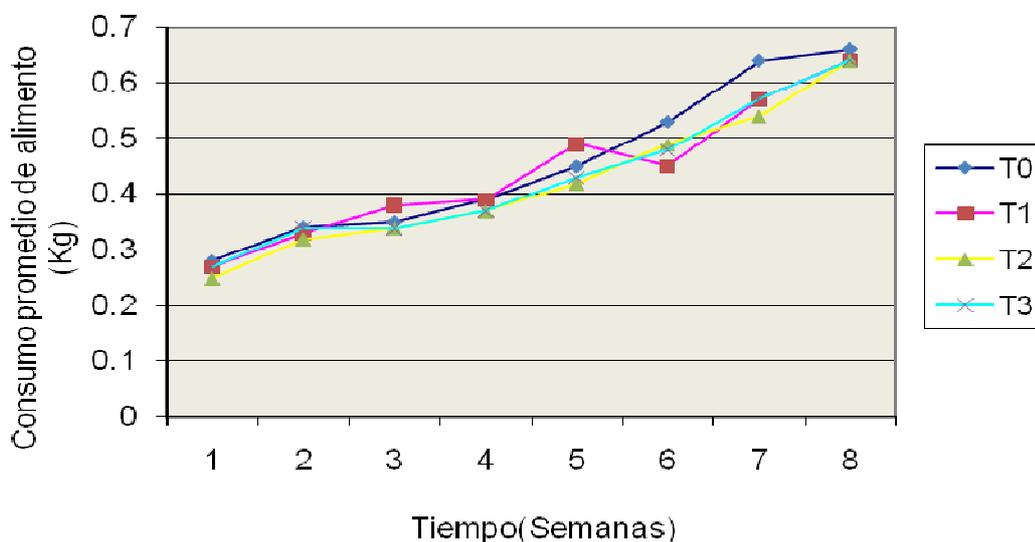


Figura 1: Consumo semanal promedio.

La figura 1 presenta el comportamiento promedio del consumo de alimento de cada tratamiento durante el desarrollo del ensayo, como se observa la tendencia es similar entre tratamientos a lo largo del periodo de duración del ensayo, reflejando que las cantidades de moringa en la dieta no influyen en el consumo, demostrando que los conejos pueden ser alimentados con esta planta ya que posee buena aceptación y palatabilidad (Nicolaus, 1995).

4.1.2 Variable Peso Vivo:

En el caso del peso vivo semanal promedio no se observó diferencia estadística entre los tratamientos en estudio (cuadro A3), por lo que se concluye que todos los tratamientos se comportaron de manera similar (cuadro A10).

El peso vivo como se observa se mantiene con diferencias matemáticas mínimas entre tratamientos durante el desarrollo del ensayo, siendo coherente con el consumo de alimento.

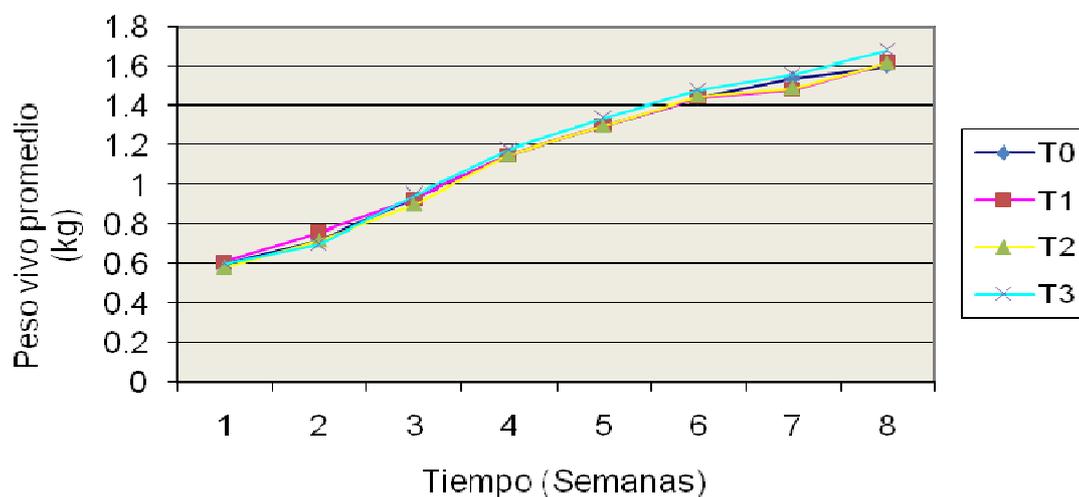


Figura 2: Peso vivo semanal promedio.

En la figura 2 se muestra el peso vivo alcanzado por los conejos de cada tratamiento de forma semanal, notándose una tendencia similar en los resultados. Esta variable está íntimamente relacionada al consumo de alimento, el cual no presentó variación estadística entre los tratamientos, por lo que influye de forma determinante en el peso vivo (Nicolaus, 1995).

4.1.3 Variable Conversión Alimenticia:

La conversión alimenticia semanal promedio, no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio (cuadro A4), concluyendo que todos los tratamientos se comportan de manera similar (cuadro A11).

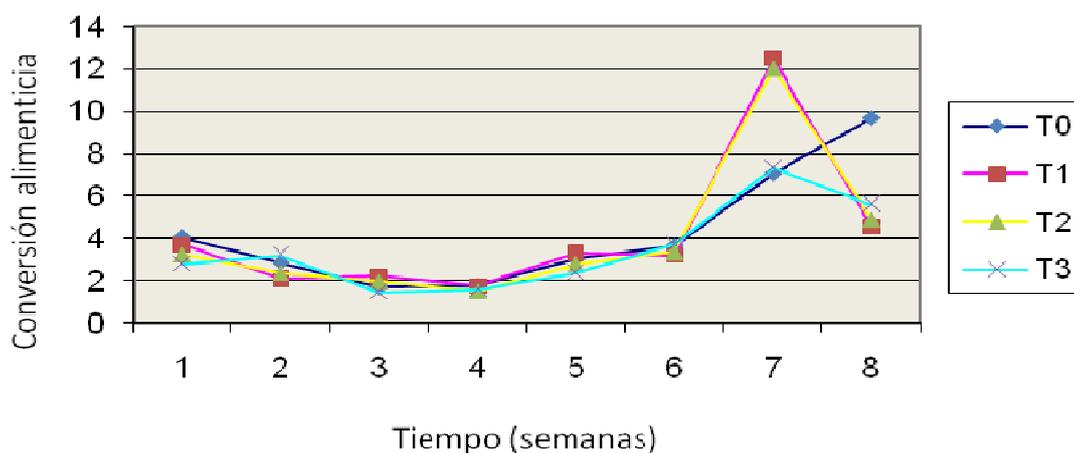


Figura 3: Conversión alimenticia semanal promedio.

La figura 3 presenta la trayectoria de la conversión de alimento en masa muscular, no se presenta diferencia estadística significativa. Se observa que la tendencia no es constante, ya que a mayor edad la tasa de conversión disminuye, teniendo el animal que consumir más alimento por unidad de peso ganada (cuadros A6 y A7). El sexo de los animales puede ser la principal razón de la trayectoria en las semanas 6, 7 y 8, ya que a esta edad se pueden empezar a notar diferencias fisiológicas y hormonales entre las hembras y machos, pudiendo presentar una mejor conversión los tratamientos con mayor número de conejos machos (Nusshasg, 1997).

4.1.4 Variable Rendimiento en Canal:

Esta variable presento diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en estudio (cuadro A5); El análisis de varianza ($p \leq 0.05$) demostró que los tratamientos influyeron de manera diferente en las canales, resultando el tratamiento (T0, sin follaje de moringa), con un rendimiento superior a los demás con un 51.51% (cuadro A12).

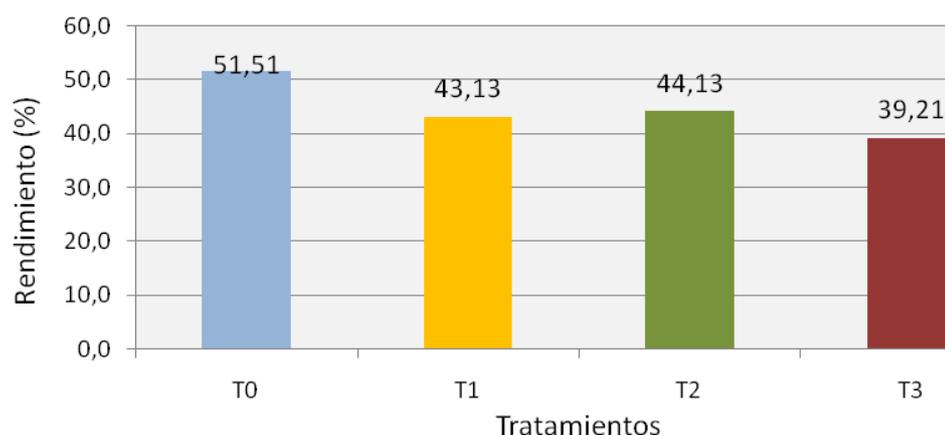


Figura 4: Rendimiento en canal por tratamiento.

Aplicando la prueba de significancia de Tukey, se encontró que el rendimiento en canal del tratamiento cero es superior a las canales del tratamiento tres, pero se comporta de manera similar al T1 y T2, los cuales resultaron ser iguales entre si estadísticamente (cuadro A5). Esto se debe probablemente a que los conejos del T0 presentaron un mayor consumo de alimento, el mayor incremento de peso y por ende la mayor conversión alimenticia.

Cuadro 5: Residuos promedio del sacrificio de los conejos de cada tratamiento (Kg).

Detalle	T0	T1	T2	T3
Piel	0.13	0.12	0.11	0.15
Vísceras	0.36	0.40	0.34	0.38
Sangre	0.03	0.04	0.04	0.03
* Despojos	0.21	0.21	0.20	0.21

* Se incluye cabeza, patas y rabo.

Según Leonart, (1980) si la proporción de materiales lastre (fibra de baja digestibilidad y elementos antinutricionales) en la dieta es insuficiente, se producen alteraciones digestivas, pero cuando son demasiado elevados, los rendimientos en canal disminuyen de manera importante por efecto de estos. Lo anterior viene a confirmar los resultados del experimento en donde el cemento y principalmente los elevados niveles de fibra del tratamiento T3 repercutieron en una disminución de los rendimientos, ya que este tipo de elementos disminuyen el nivel de funcionalidad del tracto digestivo, provocando una menor absorción de los nutrientes contenidos en la ración.

En el cuadro 5, que muestra los residuos del proceso de sacrificio de los conejos, se observa de forma notable que las vísceras representan una parte importante en el peso vivo del animal y que su desarrollo excesivo obedece en gran medida al esfuerzo fisiológico del tracto gastrointestinal por digerir los excesos de fibra principalmente y demás elementos lastre en la dieta. Se observa un mayor desarrollo de vísceras para T3, posiblemente por tener en su dieta una mayor proporción de fibras de baja digestibilidad (Ayala, 1976).

4.2 Análisis Económico:

Para el análisis económico de los resultados de cada tratamiento se utilizó la metodología económica de presupuesto parcial, ya que es la mejor forma de analizar datos de esta naturaleza. Las variantes entre tratamiento (Costos variables), consistieron en las raciones experimentales, ya que para cada tratamiento se realizó una formulación diferente en cantidad y tipo de ingredientes (cuadro A8).

En el cuadro 6 se presentan los diferentes costos de los tratamientos. Se detalla el precio del Kg de alimento de cada ración y a la vez se presenta la cantidad de alimento consumido por cada tratamiento, exponiendo su valor en dólares (USD) y su peso en Kg.

Cuadro 6: Costos y beneficios por tratamiento.

Tratamiento.	Precio por Kg de alimento en \$	Alimento consumido por tratamiento (Kg)	Costo de alimento consumido en \$ por tratamiento.	Peso en canal (Kg) por tratamiento	Precio por libra en canal (\$).	Beneficio bruto en \$ por tratamiento.
T0	0.43	26.36	11.44	5.80	5.50	31.95
T1	0.38	25.45	9.82	5.15	5.50	28.32
T2	0.33	25.00	8.38	5.04	5.50	27.70
T3	0.28	25.00	7.00	4.70	5.50	25.85

También se muestran los beneficios, presentando los rendimientos en canal de cada tratamiento, seguido del precio de la libra de canal puesto en la granja, obteniendo el beneficio bruto de campo; En el cuadro 6 puede observarse que el tratamiento cero obtuvo los mayores beneficios brutos al compararlos con el resto de tratamientos en relación al precio por libra de carne y el peso de la canal.

4.2.1 Análisis económico de presupuesto parcial:

El análisis de presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos.

Cuadro 7: Presupuesto Parcial.

Indicador \ Tratamiento	T0 0% moringa	T1 25% moringa	T2 50% Moringa	T3 75% moringa
Peso en canal (Kg)	5.80	5.15	5.04	4.70
Beneficio bruto de campo (\$)	31.95	28.32	27.70	25.85
*Sumatoria de costos variables (\$)	11.44	9.82	8.38	7.00
Beneficio neto (\$)	20.51	18.50	19.32	18.85

Beneficio neto =Beneficio bruto – Costos variables.

*Se obtuvo directamente de la cantidad de alimento consumido por cada tratamiento multiplicado por el precio de este, tomando en cuenta que los costos variables de los tratamientos estaban constituidos únicamente por las materias primas de las dietas.

El peso en canal se obtuvo cuando se sacrificaron los animales de cada tratamiento, para lo cual se pesaron las canales de cada tratamiento que incluía 7 conejos generando un rendimiento en canal total.

4.2.2 Análisis de dominancia:

Se efectúa ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían, se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos, el tratamiento dominado se marca con una letra D (Figura 6), (CIMMYT, 1988).

	C.V	BN	
T3	7.0	18.85	
T2	8.38	19.32	
T1	9.82	18.50	→ D
T0	11.44	20.50	

Figura 5: Análisis de dominancia.

En base a lo anterior se puede concluir que el T1 (25% moringa) es el tratamiento dominado ya que presenta un beneficio neto menor y un costo variable mayor, comparado con tratamientos que poseen beneficios netos mayores y menores costos variables.

4.2.3 Curva de beneficio neto.

En esta curva cada tratamiento se identifica con un punto, según su beneficio neto y el total de los costos que varían y se puede notar como se desplaza de la tendencia de la curva el tratamiento dominado, que en este caso es el T1.

En la figura 6 se observa con mayor claridad la tendencia de los tratamientos, la cual es ascendente, exceptuando al T1 el cual se sale de la trayectoria, demostrando que es un tratamiento dominado, ya que presenta mayores costos variables y menor beneficio neto que los demás tratamientos en estudio.

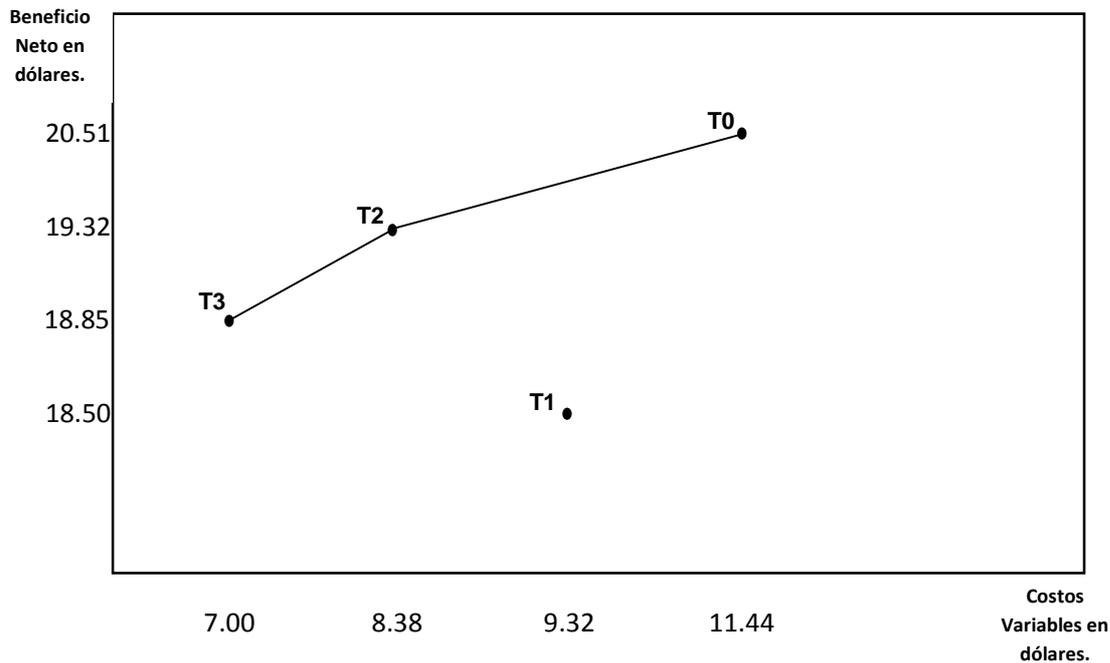


Figura 6: Curva de beneficios netos.

4.2.4 Tasa de retorno marginal TRM.

La TRM se obtiene de dividir la diferencia de los beneficios netos de 2 tratamientos, entre las diferencias de sus costos variables; Solo participan los tratamientos que no son dominados.

$$\text{TRM: } T_3 - T_2 = \frac{19.32 - 18.85}{8.38 - 7.0} = \frac{0.47}{1.38} = 0.34 = \mathbf{34\%}$$

Al pasar de ofrecer un alimento con 75% de moringa (T3) a dar uno con 50% de moringa (T2) se logra una retribución de un dólar más 34 centavos de dólar.

$$\text{TRM: } T_2 - T_0 = \frac{20.51 - 19.32}{11.44 - 8.38} = \frac{1.19}{3.06} = 0.39 = \mathbf{39\%}$$

De pasar de dar un alimento con un 50% de moringa (T2) a dar un alimento con un 0% moringa (T0), retorna un dólar más 39 centavos de dólar.

Según el CIMMYT (1988), para adoptar una tecnología innovadora es necesario que presente una tasa de retorno marginal del 100%, o sea que por cada dólar invertido debe recuperarse el dólar y un dólar más; En este caso la retribución mayor la presenta la situación donde se elimina el uso de moringa para seguir usando alimento sin moringa, pero con una tasa de retorno marginal del 39% deja la probabilidad de ser una tecnología que con la incorporación de nuevas variantes pueda alcanzar tasas mayores de retorno.

En la segunda comparación, se plantea una mayor retribución económica, sugiriendo que la alimentación en BM sin incluir el follaje de moringa presenta una tasa de retorno marginal del 39%.

5. CONCLUSIONES.

1. En base a los resultados obtenidos, Moringa oleifera, constituye una importante alternativa en la alimentación de conejos en fase de engorde ya que es rica en proteína (superior al 25%) y sus elementos anti nutricionales son mínimos, por lo tanto puede ser utilizada en raciones destinadas al engorde de conejos. Además los animales la consumen sin ningún problema gracias a su buena palatabilidad y agradable sabor.
2. El nivel de sustitución de moringa en las distintas raciones experimentales no produce efecto en cuanto al consumo de las mismas. En el desarrollo del ensayo no se observó rechazo hacia ninguna de las dietas.
3. Los pesos vivos alcanzados a los 90 días por los animales alimentados con dietas a base de moringa, en forma de bloque, son similares a los pesos vivos de animales alimentados con alimento comercial.
4. El sexo de los conejos, si influye en la conversión alimenticia a partir de la sexta semana, contrario a lo manifestado por la literatura.
5. Según el análisis económico realizado, el mayor beneficio neto reportado es del tratamiento T0 (0% de moringa), el cual también refleja un retorno del 39% superando a los otros tratamientos.

6. RECOMENDACIONES.

1. Realizar estudios a futuro utilizando follaje de moringa, ya que posee una variedad de aplicaciones en alimentación humana y animal debido a su elevada calidad nutricional.
2. Experimentar otras alternativas de presentación de las raciones con inclusión de moringa utilizando otras formas de aglutinar los ingredientes de la ración, diferentes al cemento, que compacten el alimento sin restarle valor nutricional a la ración.
3. Debido a las bondades nutricionales de Moringa oleífera, esta puede ser utilizada en bloques multinutricionales por pequeños productores en la alimentación de conejos en la fase de engorde, ya que con el uso de esta tecnología la tasa de retorno marginal no alcanza los niveles óptimos para grandes inversiones

7. BIBLIOGRAFIA.

- Ayala, M.E. 1976. Como mejorar la alimentación animal. Barcelona España. Sertebi. 185p.
- Alfonso, E.W; Rivas, J.D; Vásquez, R.A. Uso de bloques multinutrientes con cuatro niveles de hoja de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de conejos en la fase de engorde. 1991. Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas, El Salvador; CA.
- Balmore C.T. Orellana M, Juárez C.R.; Respuesta en el rendimiento en canal de conejos alimentados con concentrados y tubérculos de yuca (*Manihot esculentum*), y camote (*Ipomoea batata*), en diferentes niveles durante la fase de engorde.1997, Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas, El Salvador; CA.
- Bateman, J.V. 1970, Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. México, DF. MEX. Herrero. 488p.
- Castellón Cisne.1996: Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de novillos en crecimiento bajo régimen de estabulación. (en línea). Tesis. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Nicaragua .Consultado 23 Feb 2009. Disponible en <http://www.biomasaibw.com>
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- FAO. 1998: Un árbol que purifica el agua: Cultivo de Moringaceae para uso múltiples en el Sudan. (en línea). Agrodesierto. Consultado 7 May 2009. Disponible en <http://www.agrodesierto.com>
- FAO.2004: Una opción viable para contrarrestar la desnutrición y el calentamiento global. (en línea). Forceblog. Consultado 02 Feb 2009. Disponible en <http://www.dforceblog.com>

- Ferman, A. 2006: Manuales para la educación agropecuaria, Aves de corral. 8ed. México, DF. Trillos. 112p.
- Frautigon, M. Ileana. 1992: Nutrición animal. FED San José Costa Rica. EUNED. 120p.
- Galindo W., M. Rosales, E. Murgueitio y J. Larrahondo. 1989: Sustancias antinutricionales en las hojas de árboles forrajeros. *Livestock Res. Rural Develop.*, 1(1): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd1/1/mauricio.htm>
- Gajardo Serra Ximena. Examen clínico básico en conejos. (en línea). *Revista el gazapo*. Consultado 25 feb 2008. Disponible en <http://www.elgazapo.com.ar>
- Gopalan. C. 1994: Programas Agroforestales. (en línea). *Agrodesierto*. Consultado 12 May 2009. Disponible en <http://www.agrodesierto.com>
- Guevara, Hernández. V. Evaluación de diferentes niveles de harina de follajes de leucaena en alimentación de conejos de engorde. 1989. Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas, El Salvador; CA.
- Gutiérrez, Martín, F. 1975: El conejo. Cría, alimentación enfermedades. México DF. Distribuidora Mexicana. 125p.
- Lleonart, F.R; Valls, R; Costa, P; Campo, J.L; Castelló, J.A; Pontes, M. 1980. Tratado de cunicultura. Principios básicos, mejora y selección, alimentación. Barcelona. España. Tecnograf, S.A. 413p.
- Martín L. Price. 2007 El árbol de marango (en línea). *ECHO noa técnica*. Consultado 10 Abril 2008. Disponible en <http://www.echonet.org>
- Nasser, Hasfura E. 2008: La cría y explotación del conejo. Una inversión con futuro. 5ta ed. Ahuachapán, El Salvador. Torrento. 173p.
- Nicolaus foidl. 1995. Utilización del marango (Moringa oleífera) como forraje fresco para ganado. (en línea) Proyecto biomasa, consultado 7 Mar 2008. Disponible en <http://www.fao.org/ogloglago/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>
- Nusshasg, W. 1997. Compendio de anatomía y fisiología de los animales domésticos. Zaragoza. España. Acriba. 385p.

Savón L., O. Gutiérrez e I. Scull. 2005: Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. VI Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Simón L. 1998: Del monocultivo de pastos al silvopastoreo. La experiencia de la EEPF IH. En Simón L. (Ed) Los Árboles en la Ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba pp. 9-14

8. ANEXOS

Cuadro A1: Prueba de Barlett para las variables:

V. CONSUMO.		V. PESO VIVO.		V. CONVERSION ALIMENTICIA.		V. RENDIMIENTO EN CANAL.	
Bc	Bt	Bc	Bt	Bc	Bt	Bc	Bt
0.106 ns	0.5122	0.073 ns	0.5122	0.441 ns	0.5122	0.413 ns	0.5122

ns= No significativo

Cuadro A2: Análisis de varianza para la variable Consumo de alimento.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculado	Probabilidad
Tratamiento	3	0.019	0.006	0.051	ns
Error	32	3.917	0.122		
Total	35	3,935			

ns: No significativo.

Coefficiente de variación: 39.36%

Pruebas estadísticas:

Prueba: DMS.

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	0.9240	A	Media	1	0.9240	A
Media	2	0.8920	A	Media	2	0.8920	A
Media	3	0.8640	A	Media	3	0.8740	A
Media	4	0.8740	A	Media	4	0.8640	A

Prueba: TUKEY

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	0.9240	A	Media	1	0.9240	A
Media	2	0.8920	A	Media	2	0.8920	A
Media	3	0.8640	A	Media	3	0.8740	A
Media	4	0.8740	A	Media	4	0.8640	A

Cuadro A3: Análisis de varianza para la variable Peso vivo.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculado	Probabilidad
Tratamiento	3	0.021	0.007	0.008	ns
Error	32	27.036	0.845		
Total	35	27.058			

ns: No significativo.

Coefficiente de variación: 38.14%

Pruebas estadísticas:

Prueba: DMS.

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	2.399	A	Media	1	2.450	A
Media	2	2.408	A	Media	2	2.408	A
Media	3	2.384	A	Media	3	2.399	A
Media	4	2.450	A	Media	4	2.384	A

Prueba: TUKEY

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	2.399	A	Media	1	2.450	A
Media	2	2.408	A	Media	2	2.408	A
Media	3	2.384	A	Media	3	2.399	A
Media	4	2.450	A	Media	4	2.384	A

Cuadro A4: Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculado	Probabilidad
Tratamiento	3	1.453	0.484	0.043	ns
Error	32	361.501	11.297		
Total	35	362.953			

ns: No significativo.

Coeficiente de variación: 78.12%

Pruebas estadísticas:

Prueba: DMS.

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	4.167	A	Media	1	4.580	A
Media	2	4.064	A	Media	2	4.399	A
Media	3	4.399	A	Media	3	4.167	A
Media	4	4.580	A	Media	4	4.064	A

Prueba: TUKEY

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	4.167	A	Media	1	4.580	A
Media	2	4.064	A	Media	2	4.399	A
Media	3	4.399	A	Media	3	4.167	A
Media	4	4.580	A	Media	4	4.064	A

Cuadro A5: Análisis de varianza para la variable Rendimiento en canal.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculado	Probabilidad
Tratamiento	3	0.519	0.173	3.473	0.0317 *
Error	24	1.195	0.050		
Total	27	1.713			

*= Significativo al 5% de probabilidad

Coefficiente de variación: 78.12%

Pruebas estadísticas:

Prueba: DMS.

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	1.850	A	Media	1	1.850	A
Media	2	1.619	AB	Media	2	1.619	AB
Media	3	1.583	B	Media	3	1.583	B
Media	4	1.477	B	Media	4	1.477	B

Prueba: TUKEY

Orden Original				Orden Clasificado			
Media	1	1.850	A	Media	1	1.850	A
Media	2	1.619	AB	Media	2	1.619	AB
Media	3	1.583	AB	Media	3	1.583	AB
Media	4	1.477	B	Media	4	1.477	B

Cuadro A6: Peso vivo semanal (lb).

T/S	PI	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	1,17	1,32	1,58	2,04	2,53	2,86	3,18	3,38	3,53
T1	1,18	1,34	1,68	2,05	2,54	2,86	3,17	3,27	3,58
T2	1,17	1,29	1,59	1,99	2,54	2,87	3,19	3,29	3,58
T3	1,18	1,32	1,55	2,09	2,59	2,99	3,27	3,44	3,69

PI= Peso inicial.

Cuadro A7: Ganancia de peso semanal (lb).

La ganancia de peso semanal fue calculada con el propósito de ser utilizada para el cálculo de la variable conversión alimenticia, determinándose cada semana.

T \ S	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	0.15	0.26	0.46	0.49	0.33	0.32	0.20	0.15
T1	0.16	0.34	0.37	0.49	0.32	0.31	0.10	0.31
T2	0.12	0.30	0.40	0.55	0.33	0.32	0.10	0.29
T3	0.14	0.23	0.54	0.50	0.40	0.28	0.17	0.25

Cuadro A8: Raciones experimentales (Costos variables).

En el siguiente cuadro se muestra la composición de las dietas de cada tratamiento,

Presentando la cantidad en Kilogramos de cada ingrediente y a la vez su precio en dólares.

INGREDIENTE	T0		T1		T2		T3		Precio por Kg \$
	Kilos	precio	Kilos	precio	Kilos	precio	Kilos	precio	
Harina de Maíz	12.29	4.59	10.18	3.18	7.97	2.98	15.87	5.93	0.37
Harina de Soya	12.64	8.34	9.34	6.17	6.03	3.98	0.88	0.58	0.66
Afrecho de trigo	9.09	3	9.09	3	9.01	2.97	-	-	0.33
Harina moringa	-	-	6.74	0.74	13.47	1.48	20.21	2.22	0.11
Fosfato	0.06	0.05	0.15	0.12	0.24	0.20	0.63	0.51	0.81
Carbonato	0.99	0.06	0.94	0.06	0.63	0.04	0.49	0.03	0.07
Sal común	0.11	0.03	0.11	0.03	0.11	0.03	0.11	0.03	0.26
Vitaminas	0.11	0.06	0.11	0.06	0.11	0.06	0.11	0.06	0.57
Minerales	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	0.11	0.28	2.51
Coccidiostato	0.04	0.36	0.04	0.36	0.04	0.36	0.04	0.36	8.03
Rastrojo	2.27	0.10	0.91	0.04	-	-	-	-	0.04
Melaza	2.27	0.40	2.27	0.40	2.27	0.40	1.54	0.27	0.18
Cemento	5.45	0.96	5.45	0.96	5.45	0.96	5.45	0.96	0.18
Precio qq/ \$		18.23		16.03		13.74		11.23	
* M.O	1.50		1.50		1.50		1.50		
Total \$/Kg	0.43		0.38		0.33		0.28		

*MO: La mano de obra incluida en este cuadro fue calculada tomando en cuenta que el valor del jornal por día es de

4 dólares en la zona, y que un trabajador puede mezclar y transformar los ingredientes en bloques e razon de 2.66 qq en una jornada.

Cuadro A9: Consumo semanal promedio por tratamiento (Kg).

T/S	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	0.28	0.34	0.35	0.39	0.45	0.53	0.64	0.66
T1	0.27	0.33	0.38	0.39	0.49	0.45	0.57	0.64
T2	0.25	0.32	0.34	0.37	0.42	0.49	0.54	0.64
T3	0.27	0.34	0.34	0.37	0.43	0.48	0.57	0.64

Cuadro A10: Peso vivo semanal promedio (Kg).

T/S	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	0.6	0.72	0.93	1.15	1.3	1.44	1.54	1.6
T1	0.61	0.76	0.93	1.15	1.3	1.44	1.48	1.62
T2	0.58	0.72	0.9	1.15	1.3	1.45	1.49	1.62
T3	0.6	0.7	0.95	1.18	1.34	1.48	1.56	1.68

Cuadro A11: Conversión alimenticia semanal promedio.

T/S	1	2	3	4	5	6	7	8
T0	4,06	2,85	1,69	1,77	3	3,66	7,05	9,67
T1	3,69	2,12	2,24	1,78	3,34	3,22	12,5	4,58
T2	4,58	2,37	1,98	1,49	2,79	3,34	12	4,89
T3	4,21	3,22	1,46	1,62	2,37	3,75	7,35	5,64

Cuadro A12: Rendimiento de la canal.

Tratamientos	Peso vivo promedio (Kg).	Peso de canal promedio (Kg).	%
T0	1.60	0.83	51.51
T1	1.63	0.70	43.13
T2	1.63	0.72	44.13
T3	1.68	0.67	39.21

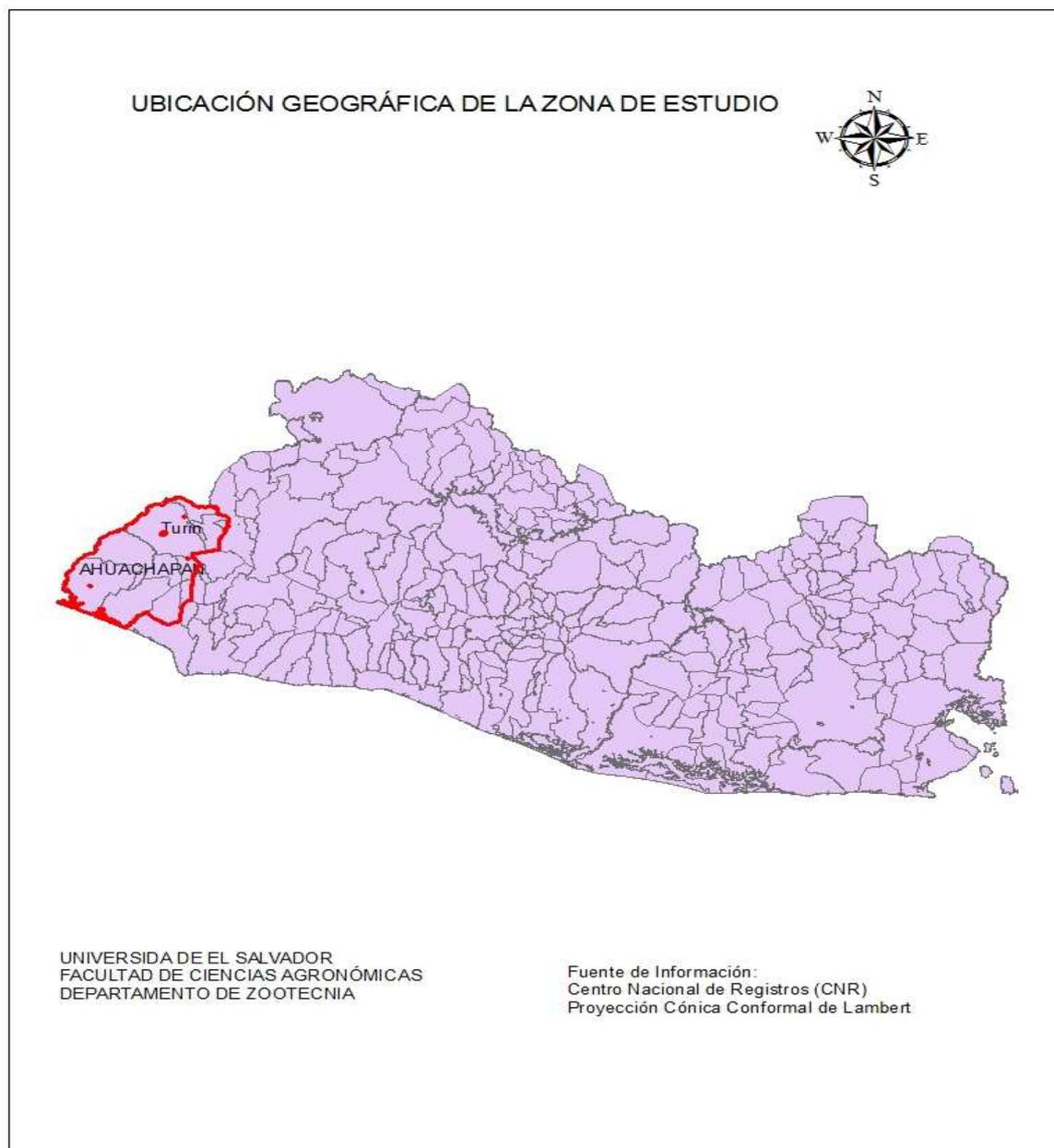


Figura A1: Ubicación geográfica de la granja La Española.



Figura A2: Área de ubicación de la granja.



Figura A3: Disposición de las jaulas en la granja.



Figura A4: Conejos destetados, neozelandés blanco.



Figura A5: Proceso de compactado de los bloques.