

Uso de la Soya Integral Procesada Térmicamente en la Alimentación de Terneros de 4-42 días de Edad

MICROCISIS:	1480
FECHA:	22/01/91
ENCARGADO:	URRUTIA

P O R

*José Virgilio Espinoza Portillo*

**T E S I S**

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras  
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

USO DE LA SOYA INTEGRAL PROCESADA TERMICAMENTE  
EN LA ALIMENTACION DE TERNEROS  
DE 4-42 DIAS DE EDAD

Por:  
José Virgilio Espinoza Portillo

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Virgilio Espinoza Portillo', is written over a horizontal line.

José Virgilio Espinoza Portillo  
Abril - 1990

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA:

Por estar siempre conmigo y permitirme alcanzar la meta fijada.

A MIS PADRES:

A ti mamá Nila por ser como eres y Virgilio por tu apoyo.

A MIS HERMANOS:

Maribel, Hilda, Toty, Nila, Santos María, Misael, Abel, Ivan y Marlon por ese amor que siempre me han brindado.

## AGRADECIMIENTO

- A Dios y la Virgen María por estar siempre a mi lado y permitir que culmine con éxito mi carrera profesional.

- A mis padres, especialmente a mi madre por sus consejos, amor, confianza y apoyo en todo momento, a ustedes hermanos por ese amor y confianza que siempre han tenido en mí.

- A Beatriz Murillo Mag. Sci. consejera principal, mi más sincero agradecimiento tanto por sus enseñanzas como por su colaboración.

- A mis compañeros y amigos en especial a Guillermo A. Miranda, Jimmy D. Zúñiga, Carlos R. Barragán, José L. Gallardo, Pedro S. Garza, Lenin D. Obaldía y Jaime U. Torres por los ratos buenos y malos que pasamos tanto dentro como fuera de la E.A.P.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
1. Objetivos.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Desarrollo Anatómico y Fisiológico del Aparato Digestivo del Ternero.....	3
1.1. Cambios en la Capacidad de los Compartimientos.....	3
1.2. Cambios en el Tejido Epitelial.....	4
1.3. Establecimiento de la Flora y Fauna del Rumen.....	4
2. Requerimientos Nutricionales de los Terneros.....	5
3. Alimentación del Ternero.....	6
3.1. Tipos de Alimentación del Ternero.....	6
3.1.1. Lactación Natural.....	6
3.1.2. Lactancia en Baldes.....	7
3.1.2.1. Con Leche Entera.....	7
3.1.2.2. Con Leche Descremada.....	8
3.1.2.3. Con Leche Desechada.....	9
3.1.3. Lactancia con Vacas Nodrizas.....	9
3.1.4. Sustitutos de la Leche.....	10
3.2. Uso de Concentrados Destetadores.....	11
3.2.1. Uso de la Soya en la Alimentación Animal.....	12
3.2.1.1. Procesamiento de la Soya Integral.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
1. Localización del Estudio.....	14
2. Descripción General del Estudio.....	14
2.1. Condiciones Óptima de los Tratamientos Térmicos Aplicados a la Soya Integral.....	15
2.1.1. Cocinado.....	15
2.1.2. Tostado.....	15
2.1.3. Extrusión.....	16
2.2. Estudio Biológico con Terneros de Lechería.....	16
2.2.1. Terneros.....	16
2.2.2. Suministro de Leche.....	17

2.2.3. Tratamientos Experimentales.....	17
2.2.4. Diseño Experimental.....	18
2.2.5. Controles Experimentales.....	18
2.3. Análisis Económico.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
1. Condiciones Optimas de los Tratamientos Térmicos Aplicados a la Soya Integral.....	20
2. Estudio Biológico.....	22
2.1. Ganancia de Peso.....	23
2.2. Consumo de Alimento.....	26
2.2.1. Consumo de Concentrado.....	26
2.2.2. Consumo de Alimento Total.....	27
2.2.3. Consumo de Proteína.....	28
2.2.4. Consumo de Energía.....	30
2.3. Conversión Alimenticia.....	30
2.3.1. Conversión Alimenticia para el Concentrado.....	31
2.3.2. Conversiones Alimenticias Totales...	31
2.4. Observaciones Visuales.....	32
3. Análisis Económico.....	33
V. CONCLUSIONES.....	37 ✓
VI. RECOMENDACIONES.....	38 ✓
VII. RESUMEN.....	39 ✓
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	40
IX. ANEXOS.....	44

## INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

	PAGINA
Cuadro 1. Dietas Utilizadas en la Evaluación Nutricional de la Soya Integral Procesada Térmicamente para Terneros de 4-42 Días de Edad.....	18 ✓
Cuadro 2. Actividad Ureásica e Inhibidores de Tripsina en la Soya Integral Cocinada a Fuego Abierto (96°C) en Función del Tiempo.....	20 ✓
Cuadro 3. Actividad Ureásica e Inhibidores de Tripsina en la Soya Integral Tostada en Función del Tiempo y Carga.....	22 ✓
Cuadro 4. Ganancia de Peso por Ternero en 38 Días Experimentales (de 4-42 Días de Edad).....	23 ✓
Cuadro 5. Consumo de Concentrado en kg de M.S. por Ternero, Tanto Diaria, Como de los 14, 21, 28, 35 y 42 Días Para Cada Tratamiento.....	26 ✓
Cuadro 6. Consumo de Concentrado Leche y total por Ternero Durante el Periodo Experimental.....	28 ✓
Cuadro 7. Consumo de Proteína por Ternero Durante los 38 Días Experimentales.....	29
Cuadro 8. Consumo de Energía por Ternero Durante los 38 Días Experimentales.....	30
Cuadro 9. Conversiones Alimenticias por Ternero Para los Distintos Tratamientos.....	31 ✓
Cuadro 10. Costos de las Dietas Usadas en la Alimentación de los Terneros.....	33 ✓
Cuadro 11. Costos del Concentrado Consumido por Ternero Durante los 38 Días Experimentales.....	34 ✓

Cuadro 12. Costos de la Leche Consumida.....	35
Cuadro 13. Costos Variables al Final del Período Experimental.....	36
Gráfica 1. Consumo de Leche y Concentrado por Ternero Durante los 38 Días Experimentales.....	25 /

## INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1. Requerimientos nutricionales para terneros de lechería.....	45
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso.....	46
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable consumo de concentrado.....	47
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca total.....	48
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable consumo de proteína.....	49
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable consumo de energía.....	50
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.....	51
Anexo 8. Costo por Kg de materia prima procesada.....	52
Anexo 9. Costos fijos en lempiras por terneros.....	53

## I. INTRODUCCION

Uno de los problemas en la crianza de los terneros de lechería en el trópico es el costo de su alimentación. En las explotaciones lecheras, los terneros son alimentados con gran cantidad de leche y con concentrados que generalmente son de elevado valor nutricional, contienen más de 19% de proteína y 70% de NDT y por consecuencia de alto precio. Una de las fuentes de proteína que más se emplea en el país es la harina de soya que es importada de los Estados Unidos de Norte América.

Existe la posibilidad de que el ganadero prepare estos concentrados haciendo uso de las materias primas que él puede producir en su finca, como es la soya, la cual puede cultivar y aprovechar para la preparación de concentrados para terneros ya sea tostada, cocinada o extruída.

El presente trabajo está encaminado a evaluar tanto nutricional como económicamente la sustitución parcial de la leche para terneros, por concentrado que incluya en su formulación tanto harina de soya como soya integral ya sea cocida, extruída o tostada.

## 1. Objetivos

Los objetivos que se persiguen son los siguientes:

### A) Objetivo general:

Sustitución parcial de la leche que reciben los terneros de 4-42 días de edad por concentrado que incluye soya integral procesada.

### B) Objetivos específicos:

1- Encontrar las condiciones óptimas de cocinado o tostado de la soya integral, para destruir los factores antifisiológicos que contiene esta leguminosa.

2- Evaluar el efecto nutricional que tiene la soya integral procesada térmicamente en la alimentación de terneros de 4 a 42 días de edad.

3- Evaluar los efectos económicos que tiene el uso de la soya cocinada, tostada o extruida en la alimentación de terneros.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 1. Desarrollo Anatómico y Fisiológico del Aparato Digestivo del Ternero.

El sistema digestivo del ternero recién nacido es muy diferente al del rumiante adulto, ya que el abomaso donde se digiere la leche tiene capacidad de 1.5 litros en el recién nacido y no produce enzimas ácidas como la pepsina. Esto tiene la ventaja que los anticuerpos que el ternero ingiere con el calostro pasan por el estómago sin ser digeridos y pueden ser absorbidos intactos en el intestino delgado, transmitiendo así lo que se llama inmunidad pasiva de la vaca al ternero. El estómago del recién nacido está adaptado para recibir sólo cantidades relativamente pequeñas de líquido, ya sea leche de la madre o sustitutos de leche cuyas composiciones químicas son casi idénticas (Phels, 1988).

#### 1.1 Cambios en la Capacidad de los Compartimientos.

El volumen del rumen del ternero aumenta paulatinamente con los cambios en edad y los hábitos alimenticios. Si el ternero inicia el consumo de alimentos sólidos a los 8-10 días de nacido, a partir de las ocho semanas el volumen del retículo-rumen en relación al del abomaso o al peso vivo del animal es constante (Craplet, 1969).

### 1.2 Cambios en el Tejido Epitelial.

Estos cambios se manifiestan en el desarrollo de las papilas del epitelio y del tejido muscular de la pared ruminal que van a permitir la absorción de los ácidos grasos volátiles originados en la fermentación de forrajes y/o concentrados. Este cambio le permite al rumiante aprovechar los productos de la fermentación bacteriana y se puede retrasar cuando los terneros son alimentados exclusivamente con una dieta líquida de leche o sustitutos de ésta (Bath y col., 1986).

Tamate y col. (1962) alimentaron terneros recién nacidos con: leche solamente; leche, heno y grano; y leche más varias sustancias administradas dentro del rumen. En terneros que recibieron calostro durante los primeros tres días encontraron que el incremento papilar del rumen fué estimulado por la administración de ácidos grasos volátiles. Barnett y Reid (1961; citados por Murdock y Wallenius, 1980), sugieren que el principal estímulo para el desarrollo de las papilas en el rumen del animal joven es una reacción química más que un factor físico.

### 1.3 Establecimiento de la Flora y Fauna del Rumen.

Otro cambio en el desarrollo del retículo-rumen, es el establecimiento de una adecuada población microbiana consistente en bacterias y protozoos que tienen funciones celulolíticas, amilolíticas y proteolíticas que hacen aprovechables los forrajes y concentrados (Diggis y Bondy,

1965).

El establecimiento de una adecuada flora y fauna en el rumen, depende, en el caso de las bacterias del consumo de alimentos sólidos; y en el caso de los protozoos del contacto con animales adultos.

Tamate y col. (1962) encontraron que al alimentar los terneros con heno, concentrado iniciador y leche, el desarrollo de la flora ruminal se lograba cuando había crecimiento papilar del retículo-rumen.

## 2. Requerimientos Nutricionales de los Terneros.

Los terneros jóvenes prerumiantes son muy eficientes en la utilización de la proteína y la energía de la leche que es su principal alimento. Cuando se alimentan con concentrados o sustitutos de la leche, éstos deben ser de alta calidad nutricional. Los requerimientos para este tipo de terneros de acuerdo al N.R.C. (1988), Anexo 1, son altos en proteína y energía y en cualquier sistema de alimentación donde se hagan sustituciones de leche por concentrado o sustitutos de ella, se debe tomar en cuenta tanto la cantidad como la calidad de la proteína.

Owen (1987) señala que el ternero joven tiene tanta necesidad de proteína de buena calidad que la máxima producción de proteína microbiana no satisface todas las necesidades de aminoácidos esenciales, lo que hace necesario

un suplemento que contenga proteínas que sobrepasen el rumen y sean absorbidas por el intestino delgado.

### 3. Alimentación del Ternero.

El objetivo principal de un plan de alimentación de terneros en las explotaciones lecheras es la crianza de éstos con el uso de la menor cantidad posible de leche, sin detrimento de su desarrollo.

#### 3.1 Tipos de Alimentación del Ternero.

Son muchos los estudios que se han hecho en la alimentación de los terneros, partiendo de la alimentación natural a base de leche, hasta el uso de sustitutos de leche a base de subproductos agroindustriales.

##### 3.1.1 Lactancia Natural.

Craplet (1969) menciona que si el ternero está en libertad con su madre, mama cuando quiere, pero en cambio si se deja 4, 3 y 2 veces por día con la vaca absorbe toda la leche de ésta.

La ventaja de este tipo de alimentación es la obtención de excelentes terneros con el mínimo de mano de obra y escasos trastornos digestivos como consecuencia de la limpieza absoluta de la leche. Pero también presenta una desventaja como es el costo elevado del aumento de peso del ternero.

### 3.1.2. Lactancia en Baldes.

La leche puede distribuirse en baldes o bien en biberones 2 veces por día y racionada para evitar trastornos digestivos. Las ventajas de este tipo de alimentación son el control exacto del consumo de leche y la supresión de peleas entre los terneros (Velez, 1988).

Phelps (1985) y Velez (1988) mencionan que cuando los terneros se crían en casilleros individuales y se alimentan con baldes, su ingestión de leche puede regularse según la capacidad de su sistema digestivo. En cambio los terneros alimentados en grupos con alimentadores automáticos de pezón pueden consumir un exceso de leche, lo que no sólo perjudica su salud, sino también los bolsillos del criador.

#### 3.1.2.1 Con Leche Entera.

La alimentación artificial de los terneros con leche entera no presenta mayores problemas, excepto el costo de la leche. Se recomienda que el ternero pase con la madre durante los primeros dos o tres días para que tenga acceso libre al calostro. De Alba (1958) y Velez (1988) recomiendan que la leche que bebe el ternero sea a una temperatura uniforme. También dentro de las ventajas de esta leche están el mayor contenido de proteína y sólidos totales si se compara con la leche mastítica (Van Horn y col., 1976).

### 3.1.2.2 Con Leche Descremada.

Debido a que la leche entera es la más costosa, en las fincas donde se dispone de leche descremada, ésta es una alternativa más barata, que da buenos resultados. La sustitución con leche descremada se hace en forma paulatina a partir de los quince días de edad, suministrando por 15 días la mitad de leche entera y mitad de descremada, para pasar después a leche descremada. El valor energético de la leche descremada es menor que el de la leche entera por lo que se recomienda dar el doble para la misma edad o peso (De Alba, 1938).

Fraser (1965) recomienda dar junto con la leche descremada un sustituto de la crema para compensar el valor energético a un precio más económico que el de la leche entera.

Jenkins y Bona (1987) encontraron con terneros de tres días de edad alimentados con leche entera y leche descremada en polvo que se puede reemplazar hasta tres cuartos de leche entera por leche descremada en polvo reconstituida, reforzada con vitaminas y minerales, sin reducción en las ganancias de peso.

Díaz-Castañeda y Brisson (1987) encontraron en terneros machos Holstein de 3 a 35 días de edad, que el nixtamal (maíz cocido con cal) puede reemplazar hasta un 50% de los carbohidratos de la leche descremada sin efecto detrimental en la tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia, pero

podría reducir la digestibilidad del nitrógeno.

### 3.1.2.3 Con Leche Desechada.

Muchos productores alimentan sus terneros con leche de vaca con mastitis, leche con antibióticos o de alto recuento de células somáticas. Algunos estudios demuestran que el suministro de este tipo de leche es perjudicial para la salud de los terneros, otros en cambio muestran que no se presentan factores adversos, como presencia de diarrea (Kesler, 1981).

La alimentación de terneros con leche de vacas con mastitis aguda, puede ser perjudicial, en cambio el uso de otros tipos de leche de descarte pueden ser aceptables (Anónimo 1986). En la Escuela Agrícola Panamericana leche desecheda de vacas con mastitis o que contiene antibióticos se emplea para la alimentación de terneros de 3 a 56 días de edad.

### 3.1.3 Lactancia con Vacas Nodrizas.

Este sistema sólo es aprovechable con eficiencia si la producción de leche de la nodriza es más o menos alta. Las ventajas de este sistema son la crianza de terneros por tandas, hay menores disturbios digestivos e infecciones bacterianas que en el caso de la crianza artificial y permite el uso de vacas con mala configuración de la ubre, mal temperamento en el ordeño o gran susceptibilidad a mastitis. Los inconvenientes que presenta son rechazo de terneros,

ausencia de celo y una necesidad de cría artificial de los terneros rechazados (Novoa, 1983).

#### 3.1.4 Sustitutos de la Leche.

Todo programa de cría de terneros debe garantizar el buen crecimiento, la formación de suficiente resistencia a las enfermedades y el desarrollo adecuado del aparato digestivo para que más tarde pueda digerir grandes cantidades de forraje.

Al productor de leche que cría sus terneros, le preocupa cual es el mejor tipo de sustituto de la leche, cuál será la mejor edad al destete y qué sistema de alimentación debe emplear después del destete.

En muchos países los sustitutos de leche llegan a ser más caros que la leche fresca de vaca, sobre todo en aquellos que no tienen sobreproducción de leche y tienen que adquirir leche en polvo en el mercado mundial, ya que dicho producto es la base para la mayoría de los sustitutos lo que involucra fuga de divisas al extranjero (Preston y Willis, 1974).

El uso de los reemplazadores de leche a base de concentrados proteínicos de pescado o soya es posible, más su éxito depende de las características nutricionales del producto y de la proporción de la leche reemplazada (Huber y Campos, 1982). Entre los reemplazadores de leche más utilizados están aquellos hechos a base de aislados proteínicos de soya (Seegraber y Morrill, 1982).

Richard y col. (1988) encontraron en terneros Holstein, manejados bajo dos sistemas de alimentación de reemplazo de leche (a libertad vs. alimentación dos veces al día con un reemplazador de leche fría acidificada) que los alimentados ad-libitum consumieron más reemplazador y tuvieron ganancias de peso similares que los terneros alimentados dos veces al día.

### 3.2 Uso de Concentrados Destetadores.

Los terneros aunque fácilmente se le acostumbre a beber en un balde o en una mamadera, raras veces demuestran interés por consumir alimentos secos antes de las dos semanas. El concentrado se da a partir de la segunda semana de vida y la leche se suspende entre la quinta y la décima semana. Según Preston y Willis (1974), De Alba (1958) y Akinyele y Harshbarger (1983) lo más importante es que los terneros tengan libre acceso al agua desde el momento que reciben los alimentos sólidos, ya que así el consumo de alimento seco aumenta en un 10-30%.

Cabezas y col. (1977) trabajaron con terneros Holstein destetados a las cinco semana de edad, a los que suministraron concentrado finamente molido, diluido en agua mezclado con la leche, sustituyendo cantidades equivalentes de este último alimento. Concluyeron que en la alimentación de terneros destetados precozmente se puede utilizar con éxito concentrados a base de subproductos agroindustriales (harina

de algodón, afrecho de trigo, melaza de caña de azúcar, puntas y hojas de maíz secas y molidas y urea).

20

### 3.2.1 Uso de la Soya en la Alimentación Animal.

El grano de soya integral es una excelente fuente tanto de proteína como de energía. Contiene 38% de proteína, 20% de grasa y 80% de nutrientes digeribles totales (NDT). Puede incluirse en formulaciones alimenticias para terneros, cerdos y aves de corral (Smith, 1985). El mayor beneficio se obtiene al utilizarla en mezclas con otros alimentos (James, 1988).

La calidad de la proteína de soya se debe a su excelente contenido y balance de aminoácidos esenciales, particularmente lisina. Pero su uso como grano crudo se ve limitado por la presencia de factores antinutricionales, como inhibidores de tripsina, ureasa, lipasa, hemoaglutininas y antígenos (Abdelgadir y col., 1984; Smith, 1985 y McDonald, 1986).

En vacas lecheras la suplementación con soya integral produce una mejora en la producción de leche (Soya Noticias, 1984). Mader (1987) encontró mayor incremento en peso cuando alimentó terneras hasta de ocho semanas de edad con la soya tostada.

La soya es la mejor fuente de proteína en concentrados iniciadores para terneros, pero su uso se ve limitado por su costo, así como por sus factores antinutricionales (Abdelgadir y col., 1984). Estos mismos autores demostraron que el tratamiento térmico aplicado a la soya es necesario para

mejorar su valor nutritivo. En estudios realizados con terneras lecheras alimentadas con dietas de iniciación que contienen soya procesada a 171°C, en un molino de inyección Californiana para pelets, encontraron que consumieron más alimento, ganaron más peso, tuvieron menos problemas digestivos y un índice menor de mortalidad que las controles.

### 3.2.1.1 (Procesamiento de la soya integral.

Al frijol soya, es necesario someterlo a un tratamiento térmico durante su preparación ya que este tratamiento es más efectivo para la destrucción de los factores antinutricionales (Sahlu y col., 1984). Thomason (1988) menciona que el calor destruye la mayoría de los factores antinutricionales presentes en el frijol crudo, para lo cual es importante el tiempo, la temperatura y los niveles de humedad ya que estos factores interaccionan en el cocimiento del grano. Si la soya es sometida a tratamiento térmico moderado, el valor biológico de la proteína aumenta considerablemente. Buenrostro (1986) recomienda para evaluar la calidad de soya integral procesada térmicamente determinar el índice de actividad ureásica, el contenido de inhibidores de tripsina y la lisina disponible.

Según Acosta (1987) un buen tratamiento térmico es el que sólo deja 0.05 de actividad ureásica.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Localización del Estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de Terneros I del Departamento de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.) situada en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras C.A. a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar. Con un clima subtropical seco y una temperatura promedio anual de 23°C. El estudio se llevó a cabo durante los meses de Julio a Noviembre de 1989.

#### 2. Descripción General del Estudio.

El estudio comprendió tres etapas: En la primera, se definieron las condiciones óptimas de los tratamientos térmicos aplicados a la soya integral. En la segunda, se llevó a cabo el estudio biológico con terneros de lechería de 4-42 días de edad y en la tercera, se evaluó técnica y económicamente el uso de la soya integral en la alimentación de terneros.

## 2.1 Definición de las Condiciones Óptimas de los Tratamientos Térmicos Aplicados a la Soya Integral.

Se definieron las condiciones óptimas de tres tratamientos térmicos aplicados a la soya integral: cocinado, tostado y extrusión.

2.1.1 Cocinado. Se hizo a fuego abierto, en agua precalentada hasta el punto de ebullición (96°C) se sumergió la soya contenida en sacos de manta (tela); manteniendo la temperatura constante, se tomaron muestras a intervalos de cinco minutos de 10 a 40 minutos, dando un total de siete muestras. En cada una de ellas se determinó el contenido de proteína cruda por el método de Kjeldahl (AOAC 1985), actividad ureásica por el método de Aguilera (1965) e inhibidores de tripsina por el método de Kakade (1974).

2.1.2. Tostado. Se utilizó un tostador de café, que consistió en un barril metálico de 200 l con pequeños orificios y manivelas para darle vuelta, calentado por gas butano. La capacidad de tostado del tostador se probó con cinco cargas (5, 10, 15, 20 y 25 Kg) en cinco tiempos (5, 10, 15, 20 y 25 minutos) dando un total de 25 muestras. En cada muestra se realizaron los análisis descritos anteriormente.

2.1.3. Extrusión. Se usó un extrusor de sinfin simple, del tipo Bradley (INSTANT PRO-500). Siguiendo las especificaciones de temperatura y velocidad de flujo establecidas por el manual de operaciones del equipo. Al igual que en los dos procesos anteriores, se evaluó la presencia de actividad ureásica e inhibidores de tripsina.

## 2.2. Estudio Biológico con Terneros de Lechería

de 4-42 días de edad.

Se evaluó el efecto nutricional que tiene la soya integral procesada térmicamente (cocinada, tostada y extruída) en concentrados para terneros de 4 a 42 días de edad.

2.2.1. Terneros. Se emplearon 20 terneros: 17 de la raza Holstein (ocho machos y nueve hembras) y tres de la raza Pardo Suizo (dos machos y una hembra). Los terneros estuvieron con la madre durante los tres primeros días de vida para recibir calostro, a partir del cuarto día de edad fueron asignados a los diferentes tratamientos. No fué posible separar los efectos entre sexo y raza para los tratamientos, debido a que no se contó con la cantidad suficiente de animales ya que los terneros se distribuyeron en cada tratamiento conforme iban naciendo. Se alojaron en jaulas individuales de 0.75 x 1.22 x 1.22 m de ancho, largo y alto respectivamente durante el período de alimentación y por la noche; en el día tuvieron acceso a un potrero con pasto estrella (Cynodon dactylon).

durante seis horas (9:00-15:00).

#### 2.2.2 Suministro de leche.

Los terneros recibieron leche dos veces al día en balde con mamadera. Del 4 al 14 día, cuatro l diarios; a partir del día 15 se redujo el suministro de leche a razón de 100 ml diarios hasta llegar a los 42 días de edad con 1.2 l de leche.

#### 2.2.3 Tratamientos Experimentales.

Los tratamientos fueron el suministro de concentrados a libertad que incluyeron en su formulación harina de soya (HS), dieta control; soya cocida (SC); soya tostada (ST) y soya extruída (SE). La composición porcentual de las dietas utilizadas se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dietas utilizadas en la evaluación nutricional de soya integral procesada térmicamente para terneros de 4 a 42 días de edad.

INGREDIENTES	S.H.	SOYA INTEGRAL		
	%	S.C.	S.E.	S.T.
	%	%	%	%
Maiz	60.09	50.73	50.73	50.73
Soya Harina	28.31	—	—	—
Soya Cocida	—	37.67	—	—
Soya Extruída	—	—	37.67	—
Soya Tostada	—	—	—	37.67
Melaza	4.30	4.30	4.30	4.30
Aceite	0.70	0.70	0.70	0.70
Fósforo 18	4.72	4.72	4.72	4.72
CaCO <sub>3</sub>	1.26	1.26	1.26	1.26
Premix 200	0.23	0.23	0.23	0.23
Oxitet	0.09	0.09	0.09	0.09
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30
Prot. Cruda %	18.73	18.72	18.72	18.72
E.D. (Mcal/Kg)	3.23	3.34	3.34	3.34
Calcio %	1.15	1.18	1.18	1.18
Fósforo %	1.17	1.20	1.20	1.20

#### 2.2.4 Diseño Experimental

El diseño utilizado fué Completamente al Azar, conformado de cuatro tratamientos y cinco repeticiones (un ternero por repetición) dando un total de 20 unidades experimentales.

#### 2.2.5 Controles Experimentales

Aumento de Peso. Se pesaron los terneros a los 4, 14, 28 y 42 días de edad.

Consumo de Alimento. Se llevaron registros semanales del consumo de concentrado y diarios de leche por ternero.

Conversión Alimenticia. Con los datos de aumento de peso y consumo de alimento se calculó la conversión alimenticia.

### 2.3 Análisis Económico.

Para la evaluación económica se realizó un análisis de costo marginal, separando los costos fijos y dejando como costos variables únicamente la alimentación, que es el más relevante. Para esto fue necesario calcular los costos fijos y variables.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 1. Establecimiento de las Condiciones Óptimas para los Tratamientos Térmicos.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para la actividad ureásica y los inhibidores de tripsina para la soya cocida.

Cuadro 2. Actividad ureásica e inhibidores de tripsina en soya integral cocinada a fuego abierto (96°C), en función del tiempo.

Tiempo minutos	AU ml de HCL 0.1 N	IT U por mg
0	70.0	92.83
10	2.0	7.81
15	0.7	5.10
20	0.5	6.36
25	0.4	5.58
30	0.2	4.82
40	0.0	4.21

Como se observa en el Cuadro 2, a los 10 minutos tanto los inhibidores de tripsina como la actividad ureásica se reducen, pero en el presente estudio para mayor seguridad la soya integral se cocinó durante 20 minutos.

Los resultados de unidades inhibitoras de tripsina no pueden ser comparados con los de la literatura, ya que según Hadley y Clark (1969; citados por Perez Adela, 1982) la variedad de la soya influye en la cantidad de inhibidores de tripsina en los granos.

Se ha demostrado que además de los inhibidores de tripsina, la prueba de la enzima ureasa por el método de Aguilera (1965) sirve para verificar la eficiencia de los tratamientos térmicos en controlar la desaparición de los factores antinutricionales.

Aguilera (1965) encontró que el tratamiento térmico es correcto cuando se emplea en la titulación de la actividad ureásica menos de 5 ml de HCL 0.1 N, a este punto, también se destruyen buena parte de los inhibidores de tripsina y la solubilidad de la proteína se mantiene.

Ocurre lo mismo para la soya integral tostada, esto se puede observar en el Cuadro 3, donde se presentan los resultados de actividad ureásica e inhibidores de tripsina en función del tiempo y carga.

Cuadro 3. Actividad ureásica e inhibidores de tripsina en la soya integral tostada, en función del tiempo y carga.

TIEMPO (minutos)	CARGA Kg	A. U. ml de HCL 0.1N	I.T. u.t por mg
10	5	0.6	18.36
	10	6.1	43.92
	15	9.0	60.58
	20	9.4	68.64
15	5	0.4	9.77
	10	0.5	12.32
	15	3.8	25.02
	20	8.2	56.50
20	5	0.0	11.27
	10	0.3	23.20
	15	2.0	35.14
	20	10.4	46.19
25	5	0.0	10.00
	10	0.2	8.12
	15	0.1	7.67
	20	0.0	5.99

Los resultados de actividad ureásica e inhibidores de tripsina para la soya integral extruída fueron de 3.1 ml de HCL 0.1 N y 8.69 UTI por mg respectivamente.

## 2. Estudio Biológico con Terneros de Lechería de 4-42 días de edad.

Los resultados se obtuvieron a los 38 días experimentales o sea a los 42 días de edad de los terneros.

El análisis estadístico no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 3). El no encontrar diferencias significativas en las ganancias de peso es atribuida al alto coeficiente de variación (41.51%) encontrado en el análisis de covarianza. Lo anterior concuerda con Akhtyale y Harshbarger (1983) quienes no encontraron diferencias significativas en las ganancias de peso, alimentando a los terneros a partir de los cinco días de edad con dos reemplazadores de leche que incluían aislados

Tratamientos	Peso de los terneros Inicial	Peso de los terneros final	Ganancia de peso total	Ganancia de peso diaria
	kg	kg	kg	g
Harina de Soya	45.56	55.61	10.0	264
Soya Cocida	37.48	47.92	10.5	278
Soya Extruida	40.73	52.64	11.9	313
Soya Tostada	40.18	49.82	9.6	254

Cuadro 4. Ganancia de peso total en kg por ternero durante 38 días experimentales (de los 4-42 días de edad) como la ganancia diaria.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la ganancia de peso. La ganancia de peso promedio para todos los tratamientos fue de 10.52 kg por ternero equivalente a una ganancia diaria de 276 g.

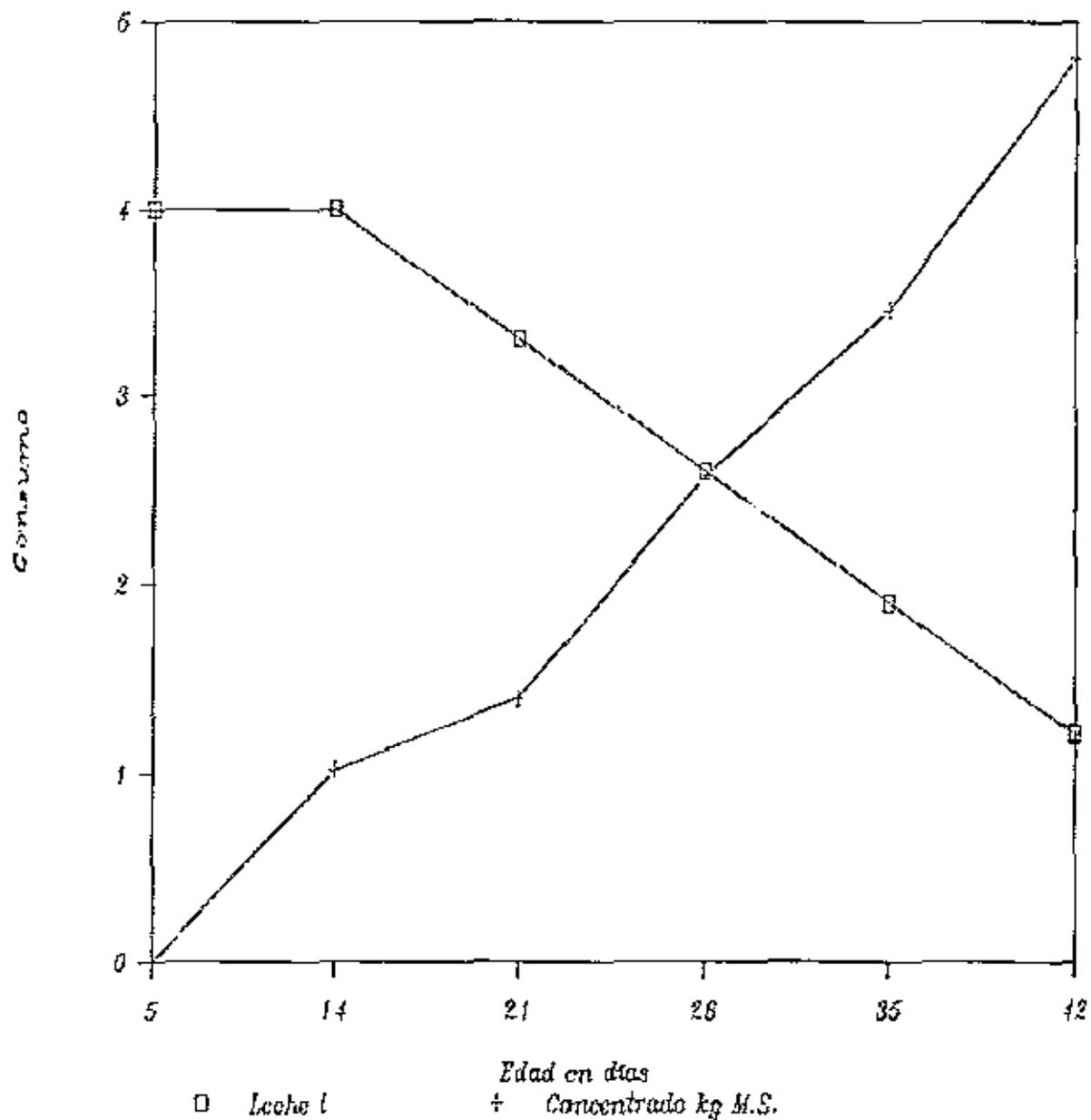
#### 2.1. Ganancia de Peso.

proteínicos de soya con 26 y 30% de proteína cruda respectivamente. Campos y col. (1982) tampoco encontraron diferencias en ganancia de peso, cuando alimentaron terneros Holstein machos de los cuatro días de edad hasta la sexta semana, con reemplazadores de leche como único alimento.

Las ganancias de peso diarias están dentro de las recomendadas por el N.R.C. (1988), que son de 200 a 300 g por día para terneros con pesos de 40 a 45 kg.

Huber y Campos (1982) alimentaron terneros Holstein de cuatro a 46 días de edad con reemplazadores de leche que contenían 20% de proteína cruda y encontraron que la sustitución del 33% de la proteína de la dieta por concentrado proteico a base de soya, redujo en un 14% las ganancias de peso con respecto a los terneros que recibieron toda la proteína de la leche.

La falta de diferencias en la ganancia de peso de los terneros del presente estudio se puede atribuir a que junto con el concentrado se les proporcionó leche de acuerdo con el programa que se presenta en la Gráfica 1 y que la soya integral estuvo bien procesada. Estos datos son similares a los de Van Horn y col. (1976) quienes no encontraron diferencias en la ganancia de peso en terneros confinados en piso elevado, alimentados con un concentrado iniciador que contenía harina de soya, maíz, suplementos, minerales y vitaminas y leche entera en comparación con terneros bajo las mismas condiciones solo que se les proporcionó leche



Gráfica 1. Consumo de Leche y Concentrado por Ternero Durante los 38 días Experimentales.

mastítica.

## 2.2. Consumo de Alimento.

Los resultados obtenidos en lo referente a consumo de alimento se presentan separados en consumo de concentrado y consumo total (concentrado y leche) en base a materia seca (MS).

### 2.2.1. Consumo de Concentrado.

En el Cuadro 5, se muestra el consumo de concentrado a los 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad.

Cuadro 5. Consumo de concentrado en kg de M.S. por ternero, tanto diaria, total como de los 14, 21, 28, 35 y 42 días de edad para cada tratamiento.

Tratamientos	Consumo de concentrado					Total	Diaria
	14	21	Días				
			28	35	42		
Soya Harina	0.98	1.56	2.08	3.24	4.98	12.84	0.34
Soya Cocida	1.25	1.58	2.70	2.92	3.52	11.97	0.32
Soya Extruída	0.93	1.15	3.46	3.90	5.71	15.17	0.40
Soya Tostada	0.88	1.27	2.07	3.77	4.99	12.98	0.34

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en el consumo de concentrado (Anexo 3). Estos

resultados son similares a los encontrados por Hamada y col. (1976) quienes alimentaron terneros de 9-36 días de edad con un reemplazador de leche reconstituido y alimento sólido en cantidades de 70, 84, 98 y 112 g por día de la primera a la cuarta semana de edad y encontraron que no habían diferencias significativas en el consumo de M.S. total.

En estudios realizados por Daniels y col. (1973); Morrill y col. (1981) y Prasad y Morrill (1976); citados por Abdelgadir y col. (1984) se encontró una mejor retención de nitrógeno en terneros alimentados con soya tostada comparada con soya cocida en microondas y que la soya extruida es buena fuente de nutrientes como la harina de soya.

#### 2.2.2. Consumo Total (Concentrado y Leche) en M.S.

El consumo de leche por ternero se presenta en el Cuadro 6. El promedio para todos los tratamientos fué de 13.76 kg con un rango de 13.58 a 13.96 kg por ternero. El no encontrar diferencias en consumo se explica por el hecho de que todos los terneros fueron alimentados con un solo régimen. Las pequeñas diferencias en el consumo de leche se deben a que en los cuatro tratamientos se presentaron problemas leves de diarrea (2-3 días) período durante el cual se les redujo la leche en un 50%.

El consumo total de M.S. por ternero fué en promedio de 27.00 kg, con un rango de 26.56 para el tratamiento que incluyó soya tostada hasta 28.82 para el que incluyó soya

extruída (Cuadro 6).

Cuadro 6. Consumo de concentrado, leche y total (M.S.) por ternero en 38 días experimentales.

Tratamientos	Concentrado kg	Leche <sup>†</sup> kg	Total kg
Soya Harina	12.84	13.96	26.80
Soya Cocida	11.97	13.86	25.83
Soya Extruída	15.17	13.65	28.82
Soya Tostada	12.98	13.58	26.56

Las diferencias en el consumo de M.S. no fueron significativas entre los cuatro tratamientos (Anexo 4). Estos datos concuerdan con lo observado por Hamada y col. (1976) quienes trabajaron con terneros de carne de 9-36 días de edad dandoles alimento concentrado a libertad y no encontraron diferencias significativas en el consumo de M.S. total.

### 2.2.3. Consumo de Proteína.

En el Cuadro 7, se presentan los consumos de proteína durante el periodo experimental de 38 días. El promedio para todos los tratamientos fué de 6.74 kg por ternero, con un rango de 6.46 a 7.17 kg por ternero.

Cuadro 7. Consumo de proteína cruda proveniente de concentrado, leche y total por ternero durante los 38 días experimentales.

Proteína Cruda consumida en kg por ternero			
Tratamientos	Concentrado kg	Leche kg	Total kg
Soya Harina	3.10	3.70	6.80
Soya Cocida	2.79	3.67	6.46
Soya Extruida	3.55	3.62	7.17
Soya Tostada	2.94	3.60	6.54

No hubo diferencias significativas en el consumo de proteína total entre los tratamientos (Anexo 5), lo que era de esperar ya que los concentrados contienen igual porcentaje de proteína (18.73%).

En algunos estudios, los crecimientos han sido satisfactorios cuando un concentrado cuya proteína es a base de soya suple el 50% o más de el total de la proteína consumida (Campos y Huber 1983).

En el presente estudio se encontró que el consumo de proteína del concentrado representó, para las dietas de harina de soya, soya cocida, soya extruida y soya tostada el 45.5, 38.5, 49.5 y 44.9 % respectivamente.

#### 2.2.4. Consumo de Energía.

En el Cuadro 8, se presentan los consumos de energía digerible (E.D.) durante el periodo experimental de 38 días. El promedio para todos los tratamientos fué de 113.10 Mcal ED por Kg por ternero, con un rango de 109.19 a 119.34 Mcal (ED), a pesar que las dietas que incluyen soya integral procesada tienen mayor consumo de energía que la dieta harina de soya, el análisis estadístico (Anexo 6) no mostró diferencias significativas en el consumo de E. D. total entre los cuatro tratamientos.

Cuadro 8. Consumo de energía digerible por ternero durante los 38 días del periodo experimental.

Tratamiento	Energía Digerible consumida en Mcal por ternero		
	Concentrado	Leche	Total
Soya Harina	41.46	70.22	111.68
Soya Cocida	39.97	69.22	109.19
Soya Extruida	50.67	68.67	119.34
Soya tostada	43.37	68.31	111.68

#### 2.3. Conversión Alimenticia

En el Cuadro 9, se presenta la conversión alimenticia de los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las ganancias de peso al final de los 38 días experimentales.

### 2.3.1. Conversión Alimenticia para el Concentrado.

Como se observa en el Cuadro 9, los terneros del tratamiento soya harina son los que mejores valores de conversión presentan (1.18), aunque no son diferentes significativamente de los otros tratamientos.

### 2.3.2. Conversiones Alimenticias Totales.

No se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia para los cuatro tratamientos (Anexo 7). Esta observación se explica con el hecho de que los terneros compensaron el consumo de leche en todos los tratamientos, tal como lo demuestra (Huber y Campos, 1982). El promedio general es de 2.81 por ternero, con un rango de 2.59 a 3.26 por ternero. Estas conversiones son menores que las recomendadas por el N. R. C. (1988) que son de 2.4.

Cuadro 9. Conversiones alimenticias para los distintos tratamientos (kg de M.S. por kg de peso ganado)

Tratamiento	Conversión Alimenticia	
	Concentrado	Total
Soya Harina	1.18	2.65
Soya Cocida	1.19	2.59
Soya Extruída	1.36	2.72
Soya Tostada	1.50	3.26

#### 2.4. Observaciones Visuales.

Durante los 38 días del experimento se presentaron diarreas leves en los cuatro tratamientos, que se curaron en dos o tres días. Kesler (1981) indicó que la leche mastítica preservada por adición de ácido propiónico o formaldehído no es palatable para los terneros, también Nocek y Braund (1976) alimentaron terneros Holstein de 4-35 días de edad con un reemplazador de leche acidificado y encontraron que los terneros presentaron diarrea con el reemplazador acidificado comparado con otro no acidificado, razón por la cual en el presente estudio no se preservó la leche.

Por otra parte Murdock y Wallenius (1980) y Miller y col. (1969) encontraron que los terneros alimentados con concentrados que contenían bajo nivel de fibra las ganancias de peso se reducen por la presencia de diarrea, de ahí la importancia del consumo de forraje para terneros de esas edades, se puede asumir que las diarreas observadas en el presente estudio, no son debidas a bajo consumo de fibra ya que los terneros eran pastoreados.

### 3. Análisis Económico.

En el análisis económico hay que considerar la diferencia de precios entre la harina de soya y la soya integral.

La harina de soya tiene en Honduras un costo de 1511.00 Lempiras la tonelada métrica mientras que la soya grano se cotiza a 1111.00 Lempiras (Precios de Febrero 1990). El costo por kg de soya procesada (cocinada, extruida y tostada) incluyendo el costo del procesamiento (Anexo 8), así como de las dietas empleadas se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Costos de las dietas usadas en la alimentación de los terneros (Lempiras por kg).

Tratamientos	Materia Prima Lempiras por Kg	Dietas Lempiras por kg
Soya Harina	1.51	1.03
Soya Cocida	1.40	1.06
Soya Extruida	1.15	0.97
Soya Tostada	1.20	0.99

En el caso de la soya cocinada, los costos se incrementan por efecto del secado, ya que éste se llevó acabo en un

secador para granos que emplea diesel como combustible. Para la soya tostada los costos son relativamente más altos que los de la soya extruída debido a que se utiliza un tostador que se alimenta con gas propano como combustible.

El Cuadro 11, muestra los costos en lempiras del consumo de concentrado en base a un 90% de M.S

Cuadro 11. Costo promedio del concentrado consumido de los 4 a los 42 días de edad de los terneros (Lempiras por kg).

Tratamientos	Consumo de Concentrado kg por Ternero	Costo Lempiras
Soya Harina	15.13	15.63
Soya Cocida	13.94	14.78
Soya Extruída	17.54	16.99
Soya Tostada	15.33	15.14

Los terneros del tratamiento soya extruída tuvieron el mayor consumo de concentrado y en consecuencia un mayor costo en lempiras, sin embargo, el análisis estadístico no reveló diferencias significativas.

En el Cuadro 12, se presentan los costos de la leche consumida por tratamiento, durante el estudio. Cabe mencionar que el costo por kg de leche fresca es de 0.77 lempiras y que

el precio por kg de M.S. (sólidos totales) es de 5.96 lempiras, ya que la leche tiene 13% de sólidos totales.

Cuadro 12. Costo de la leche consumida por tratamiento.  
(Lempiras por ternero)

Tratamientos	Consumo de Leche (M.S) kg por Ternero	Lempiras por Ternero
Soya Harina	13.96	83.20
Soya Cocida	13.86	82.61
Soya Extruida	13.65	81.35
Soya Tostada	13.58	80.93

Como se observa en el Cuadro 12, los costos son similares para los cuatro tratamientos. Los costos de alimentación por ser los más relevantes para el estudio son los únicos que se consideraron como costos variables.

El Cuadro 13, muestra los costos variables para cada tratamiento. No se tomaron en cuenta los costos fijos ya que éstos son iguales para todos los tratamientos (43.24 Lempiras; Anexo 9).

Cuadro 13. Costos variables (lempiras/ternero) al final del período experimental.

Tratamientos	Costos Variables
Soya Marina	98.83
Soya Cocida	97.39
Soya Extruída	98.34
Soya Tostada	96.07

Los costos variables son menores para la soya tostada ya que el consumo de leche fué menor. Para la harina de soya los costos variables son los más altos debido a que la materia prima que se utiliza para elaborar el concentrado es más cara y a que el consumo de leche fué mayor.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que:

1- Las condiciones del procesamiento térmico para la soya integral deben ser:

- Cocinado a fuego abierto a un punto de ebullición (96°C) durante 20 minutos.
- Tostado, para el tipo de tostador empleado, la temperatura es de 170°C para cargas de 10 Kg por 10 minutos.

2- Los terneros pueden consumir dietas sólidas que incluyan soya integral procesada térmicamente en sustitución parcial de la leche sin que hayan diferencias significativas en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de este estudio se hace la siguiente recomendación:

1- En las explotaciones lecheras intensivas y semi-intensivas donde se cuente con soya integral se recomienda el uso de ésta ya sea extruída o tostada, en la alimentación de terneros de 4-42 días de edad. Soya cocida solo en el caso de que se puedan bajar los costos por secado o bien en dietas semi-líquidas (atole).

## VII. RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, a 800 m.s.n.m. con un clima subtropical seco. Tuvo por objeto evaluar la sustitución parcial de la leche que reciben los terneros de 4-42 días de edad por concentrado que incluya soya integral procesada (cocinada, tostada y/o extruída). Se empleó un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones (un ternero por repetición), para lo cual se dispuso de 20 terneros. Los resultados de aumento de peso, consumo de alimento (concentrado y leche) y conversión alimenticia no mostraron diferencias estadísticas significativas, siendo en promedio 10.52 kg, 27.00 kg y 2.81 por ternero respectivamente. En el transcurso del estudio, se presentaron diarreas leves en algunos de los terneros en todos los tratamientos, pero no hubo mortalidad. En lo referente a los costos de alimentación se encontró que no hay diferencias significativas en los cuatro tratamientos.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ABDELGADIR, I.E.Q., MORRIL, J.L., STUTTS, J.A., MORRILL, M.B., JOHNSON, D.E. y BEHNKE, K.C. 1984. Effect of processing temperature on utilization of whole soybeans by calves. *J. Dairy Sci.* 67: 2554-2559.
- ACOSTA, M. 1987. Que es la actividad ureásica. *Soya Noticias*. México. 195: 5 pp.
- AGUILERA, A.A., 1965. Stanley's ureasa activity test. Thesis Ph D. The University of Illinois. U. S. A.
- AKINYELE, I.O. y HARSHBARGER, K.E. 1983. Performance of young calves fed soybean protein replacers. *J. Dairy Sci.* 66: 825-831.
- ANONIMO, 1986. Sustitutivos de la leche. *Agricultura de las Américas*. 35 (10): 6-8.
- A. O. A. C. 1985. Official methods of analysis, 14th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. , U. S. A.
- BATH, D.L., DICKINSON, F.N., TUCKER, H.A., y APPLEMAN, R.D. 1986. Ganado lechero, principios, prácticas, problemas y beneficios. Traducido del Inglés por Contin Saenz, A. Edit. Interamericana, México.
- BUENROSTRO, J. 1986. La soya integral en la alimentación animal. *Soya Noticias*. México. 192: 4 pp.
- CABEZAS, M; MURILLO, B; GONZALES, J; MELENDEZ, H; BRAHAM, J. y BRESSANI, R. 1977. Subproductos agroindustriales y urea en concentrados para terneros de lechería destetados precozmente. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Mem. 12: 23-31.
- CAMPOS, O.F. y HUBER, J.T., 1983. Performance and digestion by calves from limestone added to milk replacers containing soy protein concentrate. *J. Dairy Sci.* 66: 2365-2372.
- CAMPOS, O.F., HUBER, J. T. y BERGEN, W.G. 1982. Partial substitution of milk protein with spray-dried fish solubles or soy protein concentrates in calf milk replacers. *J. Dairy Sci.* 65 : 1240-1246.

- CRAPLET, C. 1969. El ternero. Trad. del Inglés por José Ma Soler y Coll. Ediciones GEA, Barcelona, España.
- DANIELS, L. R., WININGHAM, R.M. y HORNSBY, Q.R. 1973. Expansion extrusion processed grain and soybeans in diets of dairy calves. J. Dairy Sci. 56: 932-934.
- DE ALBA, J. 1958. Alimentación del ganado en la América Latina. Edit. Fournier, México.
- DIAZ-CASTAÑEDA, M. y BRISSON, G.T. 1987. Replacement of skimmed milk with hydrolyzed fish protein and nixtamal in milk substitutes for dairy calves. J. Dairy Sci. 70: 130-140.
- DIGGIS, R. V. y BONDY, C. E. 1965. Producción de carne bovina. Traducido del Inglés por De La Fuente, Angel. Edit. Continental, México.
- FRASER, A. 1965. Cría y explotación del ganado bovino. Traducido del Inglés por Raúl Huerta Campi. Edit. Continental, México.
- HAMADA, T., MAEDA, S. y KAMEDKA, K. 1976. Factors influencing growth of rumen, liver and other organs in kids weaned from milk replacers to solid foods. J. Dairy Sci. 59: 1110-1118.
- HUBER, J.T. y CAMPOS, O.F., 1982. Enzymatic hidrolysate of fish, spray-dried fish solubles and soybean protein concentrate in milk replacers for calves. J. Dairy Sci. 65: 2351-2356.
- JAMES, G. 1988. Calidad de la pasta de soya. Soya Noticias. México. 214: 8 pp.
- JENKINS, K. J. y BONA, A. 1987. Performance of calves fed combinations of whole milk and reconstituted skim milk powder. J. Dairy Sci. 70: 2091-2094.
- KAKADE, M. L. , J. J. RACKIS, J. E. MCGHEE y PUSKI, 1974. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products, a collaborative analysis of an improved procedure, Cereal Chem. 51, 376-382.
- KESLER, E.M., 1981. Feeding mastitic milk to calves. J. Dairy Sci. 64: 719-723.
- MADER, T. 1987. Valor verdadero de la soya cruda en raciones para ganado. Soya Noticias. México. 196: 5 pp.

- MCDONALD, P., EDWARDS, R. y GREENHALGH, J.F. 1986. Concentrados proteínicos. Trad. por Guada, J. y Castillo, C. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- MILLER, W.J., MARTIN, Y.G. y FOWLER, P.R. 1969. Effects of addition of fiber to simplified and complex starters fed to young dairy calves. *J. Dairy Sci.* 52: 672-676.
- MORRILL, J.L., BEHNKE, K.C. y DAYTON, A.D. 1981. Processed soybeans for young calves. *J. Dairy Sci.* 64 (Suppl. 1):125 (Abstr.).
- MURDOCK, F.R. y WALLENIUS, R.W. 1980. Fiber sources for complete calf starter rations. *J. Dairy Sci.* 63: 1869.
- N.R.C. 1988. National Academy of Sciences. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth revised edition. Washington, D.C. 157 pp.
- NOCEK, J.E. y BRAUND, D. G. 1986. Performance, health, and postweaning growth of calves fed cold, acidified milk replacer ad-libitum. *J. Dairy Sci.* 69: 1871-1883.
- NOVOA, A. R. 1983. Oria y alimentación de reemplazos en lecherías. *CATIE*, Costa Rica. Vol. 1: 79-121.
- OWEN, J. 1987. Alimentación del ganado. Traducido del Inglés por Dario P. Bignoli. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- PEREZ, ADELA. 1982. Grosario de términos usados en el curso "Soya en la nutrición humana". *Soya Noticias*. México. Noviembre (146): sp.
- PHELPS, A. 1985. La tensión de los terneros. *Agricultura de las Américas*. 34 (3): 10-11, 21.
- PRASAD, D.A. y MORRILL, J.L. 1976. Effect of processing soybeans on their use by calves. *J. Dairy Sci.* 59: 329-332.
- PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. 1974. Producción intensiva de carne. Traducido del Inglés por Thelma Fichs, Lidia González y María Amalia Novo. Edit. Diana, México.
- RICHARD, A.L., MULLER, L.D. y HEINRICH, J. 1988. Ad-libitum or twice daily feeding of acidified milk replacer to calves housed individually in warm or cold environments. *J. Dairy Sci.* 71: 2193-2202.

- SAHLU, T., SCHINGOETHE, D.J. y CLARK, A.K. 1984. Lactational and chemical evaluation of soybean meals heat-treated by two methods. J. Dairy Sci. 67: 1725-1731.
- SEEGRABER, F.J. y MORRILL, J.L. 1982. Effect of soy protein on calves intestinal absorptive ability and morphology determined by scanning electron microscopy. J. Dairy Sci. 65: 1962-1970.
- SMITH, K. 1985. Adelantos en la alimentación con productos de soya. Asociación Americana de Soya. México. 8 pp.
- SOYA NOTICIAS. 1984. Porqué es necesario procesar adecuadamente la pasta de soya. México. 165: 19 pp.
- TAMATE, H., MCGILLIARD, A.D., JACOBSON, N.L. y BETTY, R. 1962. Effect of various dieteries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45: 408-420.
- THOMASON, D. 1988. Revisión de sistemas de procesamiento de soya integral. Soya Noticias. México. 216: 16 pp.
- VAN HORN, H. H., OLAYIWOLE, M.B., WILCOX, C.J., HARRIS Jr. B., and WING, J.M. 1976. Effects of housing, feeding management and ration formulation on calf growth and feed intake. J. Dairy Sci. 59: 924-929.
- VELEZ, M. 1988. Producción de ganado lechero. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, D.C.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos Nutricionales para terneros de Lechería, Según las tablas del N.R.C. 1988

Peso al nacimiento	Ganancia Diaria	Energía Digerible	Proteína Cruda	Minerales		Vitaminas	
				Ca	P	A	D
Kg	g	Mcal/Kg	g	g	g	1000 UI	
40	200	2.73	105	7	4	1.7	0.26
45	300	3.07	120	8	5	1.9	0.30

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso, durante el período experimental (kg).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	13.79	4.60	0.25 ns.
SE/SH,SC,ST	1	8.70	8.70	0.46 ns.
SH/SC,ST	1	3.36	3.36	0.20 ns.
SC/ST	1	1.73	1.73	0.09 ns.
Error	16	300.35	18.77	
Total	19	314.14		

ns. = no significativo

SE = Soya Extruída

SH = Soya Harina

SC = Soya Cocida

ST = Soya Tostada

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable consumo de concentrado en kg. de M.S.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	27.85	9.28	0.45 ns.
SH/SC,SE,ST	1	24.82	24.82	1.20 ns.
ST/ST	1	1.13	1.13	0.05 ns.
SE/SC,ST	1	1.89	1.89	0.09 ns.
Error	16	329.72	20.61	
Total	19	357.57		

ns. = no significativo

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable consumo de M.S. total.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	24.61	8.20	0.39 ns.
SH/SC,SE,ST.	1	0.28	0.28	0.01 ns.
SE/SC,ST.	1	22.97	22.97	1.08 ns.
SC/ST.	1	1.36	1.36	0.06 ns.
Error	16	339.81	21.20	
Total	19	363.81		

ns. = no significativo.

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable consumo de proteína en kg por ternero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	1.51	0.50	0.43 ns.
SH/SC,SE,ST	1	0.02	0.02	0.02 ns.
SE/SC,ST	1	1.47	1.47	1.25 ns.
SC/ST	1	0.02	0.02	0.01 ns.
Error	16	18.79	1.17	
Total	19	20.29		

ns. = no significativo

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable consumo de Energía Digerible en Mcal por kg por ternero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	273.31	91.10	0.39 ns.
SH/SC,SE,ST	1	13.33	13.33	0.06 ns.
SE/SC,ST	1	250.10	250.10	1.06 ns.
SC/ST	1	9.88	9.88	0.04 ns.
Error	16	3753.22	236.45	
Total	19	4056.53		

ns. = no significativo

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable de conversión alimenticia para el alimento total durante el período experimental de 38 días.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	1.43	0.48	0.41 ns.
SH/SC,SE,ST	1	0.16	0.16	0.14 ns.
SE/SC,ST	1	0.18	0.15	0.13 ns.
SC/ST	1	1.12	1.12	0.95 ns.
Error	16	18.81	1.18	
Total	19	20.24		

ns. = no significativo

## Anexo 8. Costo por kg de Materia Prima procesada.

Proceso	Soya Harina	S. Cocida	S. Extruída	S Tostada
S. Harina	1.51	—	—	—
S. Int.*	—	1.11	1.11	1.11
Cocinado	—	0.29	—	—
Tostado	—	—	—	0.09
Extruido	—	—	0.04	—
<b>TOTAL</b>	<b>1.51</b>	<b>1.40</b>	<b>1.15</b>	<b>1.20</b>

\* El precio por tonelada métrica de la soya integral es de 1111.00 Lempiras.

El precio de el harina de soya es de 1511.00 Lempiras.

Anexo 9. Costos fijos en lempiras por ternero durante los 38 días del periodo experimental.

Concepto	Lempiras por Ternero
Mano de Obra	13.30
Depreciación	21.34
Antibiótico	8.60
Total	43.24