

Efecto de la Soya Integral /Glycine Max./  
tratada térmicamente en la alimentación  
de Pollos de Engorde, bajo tres  
Niveles Tecnológicos

272

MICROCISIS:	1685
FECHA:	27/02/91
ENCARGADO:	BECEBA

POR:

*Jacqueline Chenier Gólchez*

# TESIS

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION  
DEL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS

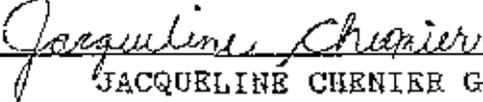
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 03  
TEGUCIGALPA HONDURAS

EFEECTO DE LA SOYA INTEGRAL ( Glycine max. )  
TRATADA TERMICAMENTE EN LA ALIMENTACION  
DE POLLOS DE ENGORDE, BAJO TRES  
NIVELES TECNOLOGICOS.

Por: Jacqueline Chenier Gócher

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

  
\_\_\_\_\_  
JACQUELINE CHENIER GOLCHER

Abril, 1990

A los avicultores menores de Honduras, confiando  
en que éste trabajo algún día pueda ser de su  
conocimiento y utilidad.

## AGRADECIMIENTO

Con profundo agradecimiento:

A la doctora Beatriz Murillo, Asesora Principal de éste trabajo de tesis, amiga y persona muy querida, por su excelente asesoramiento, su ayuda incalculable, su apoyo y motivación constante, en reconocimiento a sus méritos profesionales y su gran calidad humana.

A Benjamín Falck y José Prego, Asesores secundarios, por su ayuda durante el desarrollo de éste trabajo.

A Karla Andino, Laura Suazo, Pilar Flaquer y Juana Raudales , compañeras y amigas, por alentarme en los momentos más duros y acompañarme en las luchas: Gracias Hermanas.

A Rolando Hernández por su cariño, comprensión y compañía durante la realización de éste trabajo.

A José Chávez y Enrique Wong Chang, por hacerme más agradable la estancia en éste recinto.

A mis tías Norma y Ruth por su apoyo de todo tipo, ya que sin ellas no hubiera culminado ésta meta.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
TITULO.....	i
FIRMAS.....	ii
DERECHOS DE LA AUTORA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE GRAFICOS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Características del cultivo de Soya.....	4
2. Producción de Soya.....	4
3. Composición nutricional.....	5
3.1 Torta de soya.....	6
4. Factores antifisiológicos presentes en la soya.....	8
5. Tratamientos térmicos.....	9
5.1 Micronización.....	9
5.2 Cocción.....	10
5.3 Tostado.....	11
5.4 Extrusión.....	12
6. Efecto de los tratamientos térmicos sobre el valor nutricional de la soya.....	13
7. Utilización de la soya en la alimentación de monogástricos.....	14
8. Evaluación de la calidad del proceso térmico.....	15
9. Situación productiva de los avicultores pequeños en Honduras.....	16

IV.	MATERIALES Y METODOS.....	18
1.	Localización.....	18
2.	Descripción general del estudio.....	18
2.1	Definición de las condiciones de los tratamientos térmicos aplicados a la .....	18
2.2	Evaluación nutricional de la soya grano procesada térmicamente en pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.....	20
2.3	Análisis técnico-económico.....	23
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
1.	Condiciones óptimas de los tratamientos térmico aplicados a la soya.....	24
1.1	Cocinado.....	24
1.2	Testado.....	26
1.3	Extruido.....	29
2.	Evaluación nutricional de la soya grano procesada térmicamente en pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.....	30
2.1	Ganancia de peso.....	30
2.2	Consumo de alimento.....	33
2.3	Conversión alimenticia.....	37
2.4	Porcentaje de mortalidad.....	40
3.	Análisis técnico-económico.....	41
3.1	Costos variables.....	41
3.2	Costos fijos.....	42
VI.	CONCLUSIONES.....	45
VII.	RECOMENDACIONES.....	47
VIII.	RESUMEN.....	49
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	51
X.	ANEXOS.....	55

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA
CUADRO 1. Ganancias de peso en gramos por pollo de 0-4 semanas de edad .....	30
CUADRO 2. Ganancia de peso en gramos por pollo de 4-7 semanas de edad .....	31
CUADRO 3. Ganancia de peso en gramos por pollo de 0-7 semanas de edad.....	32
CUADRO 4. Consumo de alimento en gramos por pollo de 0-4 semanas de edad .....	34
CUADRO 5. Consumo de alimento en gramos por pollo de 4-7 semanas de edad .....	35
CUADRO 6. Consumo de alimento en gramos por pollo de 0-7 semanas de edad .....	36
CUADRO 7. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 0-4 semanas de edad.....	37
CUADRO 8. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 4-7 semanas de edad.....	38
CUADRO 9. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 0-7 semanas de edad.....	40
CUADRO 10. Porcentaje de mortalidad por tratamiento.....	41

## INDICE DE GRAFICOS

	PAGINA
GRAFICO 1. Indices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para soya cocinada a diferentes tiempos.....	25
GRAFICO 2. Indices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada durante 10 minutos.....	26
GRAFICO 3. Indices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada durante 15 minutos.....	27
GRAFICO 4. Indice de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada durante 20 minutos.....	28
GRAFICO 5. Indices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada durante 25 minutos.....	28
GRAFICO 6. Beneficio neto obtenido en cada una de las dietas experimentales.....	43
GRAFICO 7. Costos totales para la producción de pollos utilizando en su alimentación la soya integral.....	44

## INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
ANEXO 1. Datos de la FAO sobre producción de soya durante el período 86-88 para los países centroamericanos.....	56
ANEXO 2. Composición químico-nutricional de la soya integral y la harina de soya.....	56
ANEXO 3. Evaluación de tres leguminosas de grano ( Soya, caupí y mungo) tratadas térmicamente en la dieta de pollos de engorde.....	57
ANEXO 4. Temperatura promedio y precipitación pluvial para el Valle del Zamorano, periodo 89-90.....	59
ANEXO 5. Estructura de un tostador para soya.....	60
ANEXO 6. Estructura de un mezclador manual.....	61
ANEXO 7. Composición de las dietas de alta tecnología con soya integral.....	62
ANEXO 8. Composición de las dietas de mediana tecnología con soya integral.....	62
ANEXO 9. Composición de las dietas de baja tecnología con soya integral.....	63
ANEXO 10. Composición de la dieta control con harina de soya.....	63
ANEXO 11. Análisis de varianza para ganancias de peso de 0-4 semanas.....	64
ANEXO 12. ANDEVA para ganancia de peso de 4-7 semanas.....	64
ANEXO 13. ANDEVA de ganancia de peso de 0-7 semanas.....	64
ANEXO 14. ANDEVA de consumo de alimento de 0-4 semanas.....	65
ANEXO 15. ANDEVA de consumo de alimento de 4-7 semanas.....	65

ANEXO 16.	ANDEVA de consumo de alimento de 0-7 semanas.....	65
ANEXO 17.	ANDEVA de conversión alimenticia de 0-4 semanas.....	66
ANEXO 18.	ANDEVA de conversión alimenticia de 4-7 semanas.....	66
ANEXO 19.	ANDEVA de conversión alimenticia de 0-7 semanas.....	66
ANEXO 20.	Porcentaje de mortalidad por tratamiento .....	67
ANEXO 21.	Análisis económico.....	68
ANEXO 22.	Costos fijos por unidad para pollos de 7 semanas.....	72
ANEXO 23.	Costos fijos por kilogramo de pollo por tratamiento.....	73
ANEXO 24.	Estado de resultados para los trata- mientos experimentales - precios 2.....	73
ANEXO 25.	Estado de resultados para los controles Precios 2.....	74

## I. INTRODUCCION

La producción de pollos de engorde es una industria pecuaria en la cual los costos de alimentación llegan a representar del 60 al 80% de los costos totales. Esto se debe a las exigencias nutricionales elevadas de las aves, a los sistemas de alimentación y altos costos de la materia prima. Una de las materias primas mas utilizada como fuente de proteína para los pollos de engorde es la harina de soya, subproducto de la extracción de aceite.

En Honduras, la harina de soya utilizada para estos fines proviene de las importaciones que están casi en su totalidad en manos de los grandes productores avícolas. Esta situación contribuye a que los costos de los concentrados sean elevados y de difícil acceso para los productores avícolas pequeños (en comparación con los grandes).

En los últimos años se ha estimulado en Honduras la producción de soya, Glycine max., que constituye una excelente fuente de proteína y energía para utilizarse, en forma integral, en las raciones de aves. Sin embargo, su uso se ve limitado por la presencia de factores antinutricionales que afectan su aprovechamiento.

Estos factores pueden eliminarse mediante tratamientos térmicos adecuados, que no dañen la calidad de la proteína, y además puedan ser implementados por los productores avícolas.

También deben buscarse alternativas para la elaboración de raciones para pollos que incluyan soya integral, que cumplan con los requerimientos nutricionales y bajen los costos.

## II.OBJETIVOS

En base a lo anteriormente expuesto, en el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

### 1. Objetivo General:

Evaluar el efecto de los tratamientos térmicos aplicados a la soya integral en la alimentación de pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.

### 2. Objetivos específicos:

2.1 Definir las condiciones óptimas de los tratamientos térmicos, cocinado y tostado, aplicados a la soya integral.

2.2 Evaluar el efecto de los tratamientos térmicos aplicados a la soya integral en la alimentación de pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.

2.3 Analizar técnica y económicamente los tratamientos térmicos y los niveles tecnológicos.

### III. REVISION DE LITERATURA

La soya es un cultivo que se introdujo en América para la obtención de aceite y en los últimos 50 años ha tomado auge en el mundo, no sólo para la producción de aceite sino por la calidad de su proteína y su alto valor energético. ( Scott y col., 1982)

#### 1. Características del cultivo de Soya

La soya es una leguminosa de la familia de las Fabaceae y es una planta herbácea, de 30 a 150 cm de altura. Está clasificada como oleaginosa ya que sus semillas contienen de 18 a 20% de aceite. Para su cultivo, necesita temperaturas superiores a 10 °C y su rango óptimo va de 20 a 25 °C. Requiere un promedio de nueve horas de luz diarias. En lo que se refiere a humedad, puede resistir períodos cortos de sequía. Requiere un suelo franco arenoso y suelto, con mediana fertilidad.( Duke, 1981; Saumel, 1977).

#### 2. Producción de Soya

El cultivo de frijol soya está ampliamente difundido y en la actualidad los países que obtienen la producción más alta son Estados Unidos, China y Manchuria. También se cultiva en América del Sur y Central, así como en Africa. ( Mortensen y Bullard, 1986)

El país más productor de soya en Centroamérica para el período 86-88 fue Guatemala, seguido de Nicaragua, El Salvador y Costa Rica, según datos de Food and Agriculture Organization (FAO, 1989) sin encontrarse registros de producción sobre Honduras. (Anexo 1)

En estudios realizados por Chang (1984) informó rendimientos de 2.8 Tm/ha para Honduras, mientras que los estudios hechos por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) informó rendimientos de 1.95 a 2.73 Tm/ha.

El encarecimiento de las importaciones de fuentes de proteína, el mercado insatisfecho y la urgente necesidad de cultivos alternativos rentables, hacen que la producción de soya juegue un papel muy importante en el país. FHIA (1986)

### 3. Composición nutricional

Revilla (1977) menciona que entre todas las leguminosas, la soya proporciona la proteína mas barata, de mejor calidad y de fácil digestibilidad.

El alto contenido de proteína de la soya hace que a estos granos se les consideren alimentos de primer orden para la formulación de raciones de elevado contenido proteico. En el Anexo 2, se muestra la composición químico-nutricional de la soya integral y de la harina de soya, donde se señala que el contenido de proteína es de 37 y 47% respectivamente. El contenido de lisina es de 6.6 % de la proteína, lo que hace de ésta leguminosa la fuente más alta de lisina de los alimentos

de origen vegetal, comparable con el contenido de lisina de fuentes proteicas de origen animal.

La soya es una de las mejores fuentes de proteína vegetal y su proteína es de alta calidad. Constituye una buena fuente de energía debido a su contenido de aceite y por lo tanto es considerado como material de gran valor alimenticio ( Waldroup y Tillman, 1988).

### 3.1 Torta de soya.

Es un subproducto de la extracción del aceite de la soya integral.

En el proceso, la soya puede ser triturada, descascarada, laminada y desengrasada a temperatura de 57 °C por medio de solventes químicos. También puede extraerse a presión, por medio de prensa hidráulica. ( Revilla, 1977)

El valor biológico de la proteína en la torta, ha sido aumentado en algunos aminoácidos tales como lisina, mediante la destrucción de factores antifisiológicos. El contenido de lisina y triptofano es superior al de la torta de algodón, cacahuete y linaza. La torta es rica en fósforo y en compuestos fosforados, particularmente en lecitina, que es muy similar a la del huevo. ( Phillips y col., 1988)

## 4. Factores antifisiológicos.

A pesar de que la proteína de la soya es de alta calidad, presenta varios factores antinutricionales que inducen

respuestas biológicas y fisiológicas adversas. ( Backis, 1972; Bressani y Elías, 1974)

La mayoría de las leguminosas crudas o procesada en forma inadecuada, han sido un verdadero problema para los productores de cerdos, aves y peces debido a la presencia de proteínas tóxicas que incluyen inhibidores de tripsina, hemoaglutininas, saponinas e inhibidores de la vitamina A. (Dale, 1988)

En la soya cruda y en la harina de soya obtenidos por solventes, la presencia de factores antifisiológicos inhiben el crecimiento, bajan la energía metabolizable y la absorción de grasa, reducen la disponibilidad de aminoácidos y minerales en monogástricos. ( Kakade y col., 1974)

Scott y col. (1982) encontraron que los factores antifisiológicos presentes en la soya cruda, afectan el tracto intestinal de los animales e influyen en la digestión y utilización de nutrientes, disminuyen la tasa de crecimiento, aumentan el tamaño del páncreas y reducen del metabolismo de energía de la dieta. Asimismo causan la contracción del bazo, aumenta la secreción de sales biliares y disminuyen la actividad proteolítica en pollos. El efecto más pronunciado es la disminución de la digestibilidad de la grasa y proteína.

Liener (1986), observó que el páncreas de ratas y pollos alimentados con soya cruda sufrían un estímulo en la producción de enzimas; ocasionando un crecimiento del mismo, presentándose una hipertrofia e hiperplasia. Este efecto

provoca disminución del crecimiento, porque la pérdida del nitrógeno endógeno de las enzimas digestivas sirve para drenar el tejido proteico.

Así mismo, Liener (1986) mostró otros factores adversos como son inhibidores de proteasa, que al compararlos con los inhibidores de tripsina, son diferentes en cuanto a propiedades fisicoquímicas y especificidad; estos son el inhibidor de Kunitz y el de Bowman Birk.

El inhibidor de Kunitz tiene un peso molecular de 20,000 (181 aminoácidos residuales) con dos enlaces disulfuro. Tiene una acción directa sobre la tripsina y es inactivado por el calor. El inhibidor de Bowman-Birk, por otro lado, es una molécula relativamente pequeña. Con un peso molecular de 8000 (71 aminoácidos residuales) y 7 enlaces disulfuro. Este factor es responsable de inhibir la quimotripsina y tripsina, y es relativamente estable al someterlo a calor. Está generalmente presente en soya procesada y puede permanecer después de pasar por el tracto digestivo de los monogástricos.

Por otra parte las lecitinas producen hemoaglutininas, que causan una severa disminución en el crecimiento. Maynard y col. (1981)

Otro factor antifisiológico presente en la soya es la enzima ureasa, dañina en rumiantes por que libera amoníaco en dietas que incluyan urea. ( Mc Donald y col., 1986)

Cantidades cuantificables de ureasa que produzcan un incremento en pH de 1.7 unidades y un valor de inhibidores de

tripsina de 12.5 unidades afectan considerablemente la tasa de crecimiento en animales ( Mian y Garlich, 1980).

Estudios hechos por Liu y Markakis (1988) muestran que la cantidad de inhibidores de tripsina es mayor a medida que aumenta el grado de madurez del grano.

La mayoría de los factores antifisiológicos pueden ser eliminados mediante tratamientos térmicos aplicados a la soya.

## 5. Tratamientos térmicos

Entre los tratamientos térmicos que se aplican a la soya están:

5.1 Micronización. El frijol soya es expuesto a radiaciones infrarrojas producidas por el material refractario de cerámica con quemadores de gas.

Los granos se calientan internamente por vibración de moléculas, incrementándose así la presión de vapor de agua, con lo que los gránulos de almidón se hinchan, se fracturan y se gelatinizan. Un proceso de copos y de molienda completan el tratamiento ( Colborn, 1984).

En un estudio realizado por Fuller y Owings (1980), se encontraron que el tiempo óptimo de tratamiento por microondas era de 3.90 a 5.90 min/kg.

Con éstas condiciones de procesamiento, los inhibidores de tripsina disminuyeron.

El porcentaje de humedad del grano y el tiempo durante el cual se somete al tratamiento de micronización, son factores muy importantes, encontrándose que a una humedad de 24.3%, los inhibidores de tripsina fueron desactivados después de un periodo de cuatro minutos, mientras que en granos con humedad de 49.7% no fueron inactivos, ni después de 12 minutos de calentamiento.

La pérdida de especies moleculares de triglicéridos de soya con más de cuatro cadenas dobles fue menor remojando la soya antes de irradiarla. ( Yoshida y Kajimoto, 1988)

5.2 Cocción. Jaffé y Flores (1975) mencionan que el cocinado es uno de los tratamientos térmicos más antiguos y además uno de los más comunes en la actualidad.

Las leguminosas usadas en las formulaciones de dietas para animales, mejoran su valor nutritivo por la cocción.

#### 5.2.1 Cocinado en autoclave,

Este tratamiento de vapor y calor se hace a temperaturas de 121 °C por tiempo de 5 a 15 minutos a presiones de 1.3 kg/cm<sup>2</sup>. ( Elías y Bressani, 1974)

Elías y col. (1976) observaron que habían algunas leguminosas que requerían mayor tiempo de cocción, dependiendo de su contenido de inhibidores de tripsina. También observaron que la molienda acorta el periodo de tratamiento, como el remojar el grano hasta que alcance una humedad de 15%. (

Akinyela y Fasaye, 1988)

### 5.2.2 Cocinado a fuego abierto.

De acuerdo con Elías y Bressani (1974), el tratamiento a fuego abierto puede ser tan efectivo como el que se hace en autoclave.

Liu y Markakis (1988), encontraron que la soya cocida a 100 °C durante 15 minutos dió valores de cero como índice de inhibidores de tripsina, en granos que aún no estaban en su estado completo de madurez, mientras que se obtuvieron valores de 9.2 unidades de inhibidores en los granos totalmente maduros.

Un factor importante a considerar es que la transmisión de calor dentro del recipiente conteniendo los granos no es siempre uniforme. En un estudio hecho por Elías y Bressani (1974) se tomaron las temperaturas en el recipiente, tanto en el centro como en los costados y observaron que había un diferencia de 12 °C en la temperatura de los granos, siendo más baja la del centro. En el tratamiento de cocción, se hace necesario el secado después del procesamiento para la fabricación de concentrados. Elías y Bressani (1974) utilizaron el secado con aire caliente a 80 °C por 18 horas.

5.3 Tostado. El tostado es el tratamiento térmico por medio de calor seco aplicado al grano; éste puede hacerse por medio de

una llama de gas. (Young, 1988).

Garlich (1987) mencionaron que el tostado se puede hacer en estufa, colocando la soya en bandejas a una temperatura de 160 °C durante cinco minutos.

Young (1988) menciona un rango de 122 a 162 °C como temperatura de tostado.

Elías y col. (1976) encontraron que el índice de inhibidores de tripsina se redujo de 6.66 a 3.4 unidades por el tratamiento de tostado.

5.4 Extrusión. La extrusión es un tratamiento donde la fuente de calor proviene de la fricción del material que se hace pasar, a presión, por un tornillo sin fin. Al integrar el material a esta dinámica, se inician las modificaciones físico-químicas debido al roce y presión de las partículas entre si. (Harper, 1984)

En éste proceso, el calor de fricción se desarrolla para producir el efecto térmico. El material pasa dentro de la máquina por una zona de alta temperatura y la mayor parte de la energía mecánica se transforma en calor, modificando la mezcla en una masa amorfa que es expulsada a presión (Valenciano, 1984). El aceite del material es sacado de la mezcla pero es reabsorbido después de la extrusión. (Young, 1988)

Existen muchos tipos de extrusores donde la mayor variación es la forma y el número de tornillos sin fin, pero

el principio básicamente es el mismo.

( Wiedmann y Schuler, 1984).

## 6. Efecto de los tratamientos térmicos sobre el valor nutricional de la soya.

Para monogástricos el cocinado o calentamiento apropiado de los granos de soya destruye los factores adversos presentes en ella.

Se necesita, por lo tanto, un tratamiento para destruir los factores antifisiológicos que a la vez, ocasionen el mínimo daño a la proteína. Colborn (1984)

Maynard y col. (1981) describe la existencia de una relación directa entre la destrucción de factores antifisiológicos mediante calentamiento y el valor nutricional de la proteína de la soya.

Además del efecto que tienen los tratamiento térmicos sobre los factores antifisiológicos, mejora la palatabilidad y la digestibilidad del grano. Dixon y Baker (1987)

Mc Naughton y Reece (1980) encontraron que el agregar un 10% de humedad al grano antes del tratamiento, reduce el índice de actividad ureásica e inhibidores de tripsina.

El calor excesivo o almacenamiento prolongado puede producir deterioro en la calidad de proteína por la reacción de Maillard.

En ésta reacción los grupos amino libres de las cadenas de

péptidos reacciona con el grupo aldehído de azúcares reductores, tales como la glucosa y la lactosa, para producir un complejo amino-azúcar, que ya no es disponible para el animal ( Maynard y col., 1981).

Veltmann y col. (1986) emplearon dietas con diferente intensidad de tratamiento térmico, encontrando que un exceso de temperatura o tiempo disminuyó el contenido de proteína cruda, los aminoácidos esenciales como los no esenciales, y el índice de solubilidad de proteína.

#### 7. Utilización de la soya en la alimentación de monogástricos.

Elias y Bressani (1974) encontraron que existe relación entre el tiempo de cocido y el valor nutritivo de la soya integral. Observaron que a medida que aumenta el tiempo de cocción bajan las ganancias de peso y la digestibilidad de la soya. En el caso del grano molido, informaron valores de ganancia de peso negativos, sin embargo, el inhibidor de tripsina purificado de los granos de soya no inhibió el crecimiento de ratas y pollos, no encontraron correlación entre la concentración de inhibidores de tripsina y la acción promotora del crecimiento después de cocinarlo en autoclave.

En estudios hechos con ratas por Elias y Bressani (1974), sobre la digestibilidad de la proteína de soya, caupí y

gandul, encontraron que la digestibilidad de la materia seca y la energía disminuye conforme aumenta el consumo; excepto la soya.

Chenier (1989) evaluó el efecto de la soya, caupí y frijol mungo tratados térmicamente en pollos de engorde y observó que el caupí era superior a la soya en cuanto a ganancia de peso se refiere.

( Resumen de éste estudio se presenta en Anexo 3)

Bajjalieh y col. (1980) encontraron que la adición de metionina a las dietas de soya integral mejoran la ganancia de peso y la conversión alimenticia en aves.

#### 8. Evaluación de la calidad del proceso térmico.

Se han empleado varios métodos para evaluar la calidad de los tratamientos térmicos dentro de los que se cuenta con actividad ureásica ( Aguilera, 1965) y unidades de inhibidores de tripsina ( Kakade y col., 1974).

Sin embargo en estudios hechos por Elías y col.(1976) concluyeron que para Phaseolus vulgaris, Vigna sinensis y Cajanus cajan, la actividad de inhibidores de tripsina era un buen indicador de la calidad de proteína.

Garlich y Lee (1988) encontraron que debido a lo complicado del método de inhibidores de tripsina el método de actividad ureásica era una manera efectiva de medir éstos factores.

Bressani y Elías (1974) informaron que diferentes condiciones de procesamiento usadas en la preparación de las harinas de leguminosas para evaluación proteica, fueran parcialmente responsable de la gran variación en su valor nutritivo.

#### 9. Situación productiva de los avicultores pequeños en Honduras.

Según estudios hechos por Cruz (1989) en la zona de Danlí, Honduras, existen grupos asociados que se dedican a la crianza de pollos y los costos por concepto de alimentación ascienden al 64% de los costos totales.

Según experiencias de Instituto de Formación Cooperativa (IFC) que ha trabajado en asistencia técnica en las áreas de agricultura y zootecnia con grupos campesinos, uno de los principales problemas de los productores es el abastecimiento de concentrado, el cual es producido casi en su totalidad por una sola compañía productora de concentrado. Además, los precios de los concentrados han aumentado considerablemente en los últimos dos años, haciendo poco rentable la producción de carne de pollo para los medianos productores.

Se ha podido observar, según los técnicos del IFC, que los productores asociados tienen toda la capacidad técnica para criar adecuadamente las aves y que su mayor inconveniente es

la falta de acceso al concentrado, lo cual, incrementa sus costos por concepto de alimentación.

#### IV. MATERIALES Y METODOS.

##### 1. Localización.

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada en el Valle del Río Yeguaré a 36 km de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán. Se encuentra a una altitud de 800 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 22 °C y una precipitación pluvial de 1367 mm. anuales. ( Anexo 4).

##### 2. Descripción General del Estudio.

La investigación comprendió tres etapas. En la primera, se definieron las condiciones óptimas de los tratamientos térmicos aplicados a la soya. En la segunda, se llevó a cabo la evaluación nutricional de la soya grano procesada térmicamente, bajo tres niveles tecnológicos. La tercera etapa fue el análisis técnico-económico.

##### 2.1. Definición de las condiciones de los tratamientos térmicos aplicados a la soya.

2.1.1 Cocinado. Se cocinó soya grano contenidos en lotes de 25 kg en sacos de manta previamente calentada a punto de ebullición (96 °C).

Se tomaron muestras a los 0, 10, 15, 20, 25, 30 y 40 minutos de cocción.

2.1.2 Tostado. Se empleó un tostador de café con removedor manual, calentado por gas. ( Anexo 5) cuya temperatura interna alcanzó 160 °C.

Se utilizaron diferentes cargas: 5, 10, 15, 20 y 25 kg.

Se tomaron muestras para las diferentes cargas a los 10, 15, 20 y 25 minutos de tostado.

2.1.3 Extrusión. Se utilizó un extrusor de tornillo sin fin simple, del tipo Bradey ( Instant Pro-500) a temperatura de salida de 135 °C a 15 RPM.

#### 2.1.4 Análisis químico

Las muestras obtenidas en los tres procesamientos térmicos fueron sometidas a los análisis de:

- Proteína cruda por el método de Kjeldalh ( AOAC, 1980).
- Solubilidad de proteína en agua, método de Hafner, 1964.
- Actividad ureásica por el método de Aguilera, 1965.
- Inhibidores de tripsina por el método de Kakade, 1974.

#### 2.1.5 Análisis estadístico

Con los resultados de actividad ureásica, inhibidores de tripsina y solubilidad de proteína, se hicieron correlaciones ( Steel y Torrie, 1989) para determinar las condiciones óptimas de los tratamientos térmicos sin dañar calidad de la proteína.

2.2. Evaluación nutricional de la soya grano procesada térmicamente para pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.

### 2.2.1 Aves.

Se emplearon 600 pollos de engorde de la raza Hubbard por Peterson de uno a 49 días de edad, los cuales fueron alojados en corrales de dos m<sup>2</sup> (1 x 2) sobre cama de viruta de madera (10 cm de cama) con una densidad de 12 pollos por metro cuadrado. Se les proporcionó agua y alimentó a libertad. Durante las dos primeras semanas de edad, se les dotó de una fuente de calor por medio de lámparas infrarrojas de 250 watts.

Se les mantuvo con iluminación general 23 horas diarias durante todo el experimento.

El programa sanitario consistió en suministrar electrolitos en el agua de bebida los cuatro primeros días de edad y durante el tiempo de post- vacunación. Se les aplicó la vacuna contra Newcastle (cepa B1) a los siete días de edad y un refuerzo (cepa La Sota) a los 15 días después.

### 2.2.2 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3x2+2. Tres niveles tecnológicos: Alta, mediana y baja tecnología, con dos tratamientos térmicos: Tostado y cocinado más dos controles: Soya extruída y harina de soya,

haciendo un total de ocho tratamientos con tres repeticiones ( 24 unidades experimentales).

### 2.2.3 Tratamientos experimentales.

-Alta tecnología. Se usó mezclador mecánico y se incluyeron todos los aditivos como son aminoácidos y vitaminas necesarios para que las raciones llenaran los requerimientos del NRC (1971; López, 1989) para pollos de engorde.

Además, se incluyeron coccidiostatos y antibióticos en las dietas, como práctica normal de alimentación.

-Mediana tecnología. Se usó mezcladora manual consistente en un barril con capacidad de 76 litros, colocado en un plano inclinado sobre una base de metal y con un timón para realizar la mezcla (Anexo 6). A éstas dietas se incluyeron los aditivos de la alta tecnología, a excepción de aminoácidos, siendo deficientes en ellos.

-Baja tecnología. Las dietas se prepararon en forma similar a las de mediana tecnología. Estas dietas no incluyeron premezcla vitamínica ni aminoácidos; para suplir las vitaminas se proporcionó soya forrajera fresca (Neonotonia wightii) en pequeños manojos directamente a partir de la segunda semana de edad.

La distribución de los tratamientos fué la siguiente:

Tratamiento 1	Soya tostada	Alta tecnología
Tratamiento 2	Soya cocinada	Alta tecnología
Tratamiento 3	Soya tostada	Med. tecnología
Tratamiento 4	Soya cocinada	Med. tecnología
Tratamiento 5	Soya tostada	Baja tecnología
Tratamiento 6	Soya cocinada	Baja tecnología
Tratamiento 7	Control (S. extr.)	Alta tecnología
Tratamiento 8	Control (Harina)	Alta tecnología

Las dietas experimentales se presentan en los Anexos 7, 8, 9 y 10.

#### 2.2.4 Análisis estadístico.

Con los parámetros evaluativos (aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) se llevaron a cabo los análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por la prueba múltiple de Duncan. (Steel y Torrie, 1989)

#### 2.3 Análisis técnico-económico.

##### 2.3.1 Análisis técnico

Con el fin de sondear la situación productiva del pequeño y mediano avicultor, se visitaron instituciones gubernamentales y privadas de desarrollo, de la producción avícola para pequeño y mediano productor.

Con la información, se buscaron tecnologías que redujeran los costos por concepto de alimentación, utilizando soya integral tratada térmicamente.

Las instituciones consultadas fueron:

1. Proyecto de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

2. Instituto de Formación Cooperativa (IFC), Tegucigalpa.
3. Dos productores Avícolas Independientes de la Zona centro-oriental del país.

### 2.3.2 Análisis económico.

Se hizo el análisis de costos de cada uno de los tratamientos experimentales en unidades por kilogramo de pollo en canal; se compararon los diferentes tratamientos térmicos con las dietas controles, y las tecnologías entre sí.

Además, se estableció la relación Costo-Beneficio sobre el Beneficio neto obtenido para cada dieta.

El cálculo del Beneficio neto se hizo por medio de las siguientes fórmulas:

**BENEFICIO - COSTOS VARIABLES = BENEFICIO BRUTO**

**BENEFICIO BRUTO - COSTOS FIJOS = BENEFICIO NETO**

También se hizo un Análisis del porcentaje de costos por concepto de alimentación.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Condiciones óptimas de los tratamientos térmicos aplicados a la soya.

### 1.1 Cocinado.

La soya cocinada por períodos de 10 a 30 minutos, como se muestra en el Gráfico 1, presenta índices de solubilidad de proteína de 20 a 50% correspondientes a soya bien cocinada (Hafner 1964 citado por Smith y col. 1967). Esta disminuye a medida que aumenta el tiempo del tratamiento (Parsons y col., 1989) encontraron que a medida que el tiempo de cocción aumenta, la solubilidad de proteína disminuye en forma lineal, tal como sucedió en éste estudio.

El índice de actividad ureásica está expresado en  $\text{cm}^3$  de HCl 0.1 N. La soya cocinada por 10 minutos tiene un índice de actividad ureásica (AU) de  $2.0 \text{ cm}^3$ , que corresponde a soya procesada de muy buena calidad, según el patrón de Aguilera (1965).

Los índices de inhibidores de tripsina están expresados en Unidades inhibidoras (UIT) por mg de muestra. Como se puede observar, a partir de los 10 minutos de cocción, los valores de UIT descienden de 92.8 (de la soya cruda) a 7.8, permaneciendo constantes.

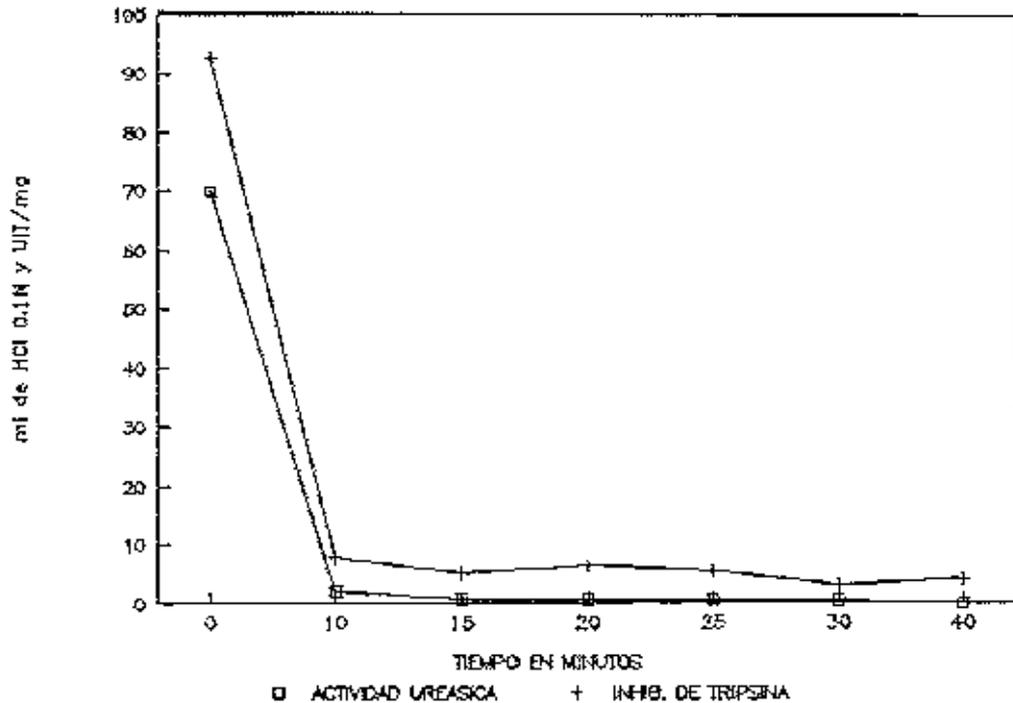
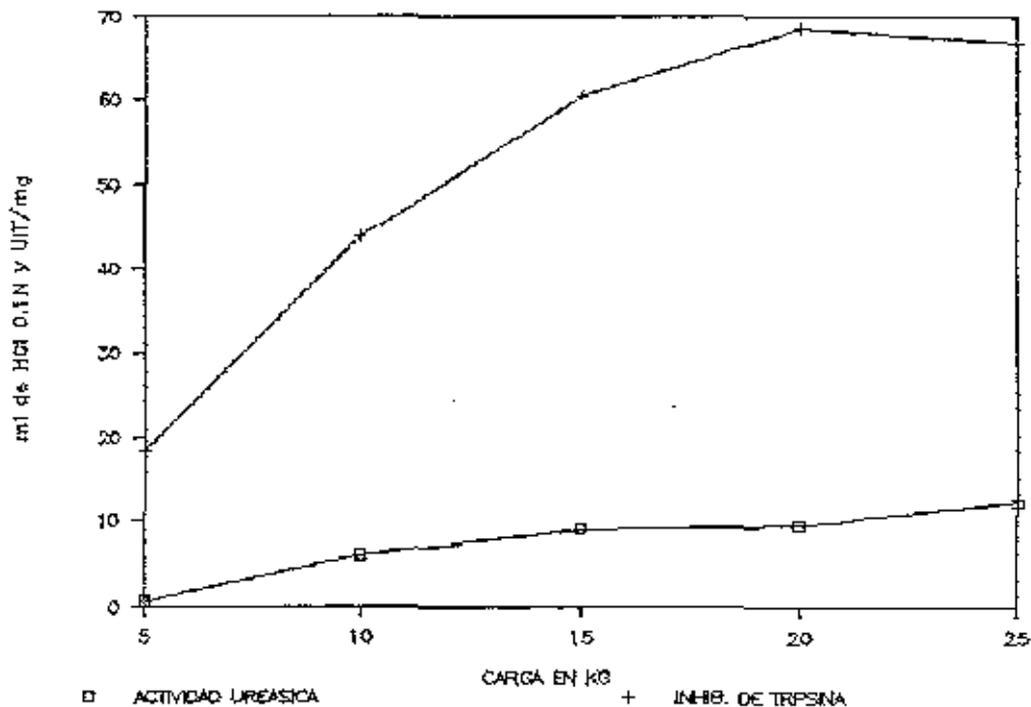


Gráfico 1. Índices de actividad ureásica e inhibidores de tripsina para soya cocinada a diferentes tiempos.

Elias y Bressani (1974) encontraron en soya cocinada en agua a 100°C por 10 minutos de cocción, los valores de UIT de 2.3 para granos de soya que no han alcanzado su madurez fisiológica y de 1.2 UIT para soya fisiológicamente madura. Estos valores son muy similares a los encontrados en éste estudio. Al relacionar los tres índices, solubilidad de proteína, actividad ureásica e inhibidores de tripsina, se encontró que a partir de 10 minutos de cocción a temperatura de ebullición, es suficiente para inactivar los factores antifisiológicos presentes en la soya integral.

## 2.2 Tostado

Los resultados de AU y UIT para soya tostada se muestran en los gráficos del 2 al 5.



Gráfica 2. Índices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada por 10 minutos.

Como se observa en el gráfico 2, se encontró que a los 10 minutos de tostado, cargas de hasta cinco kg presentan una actividad ureásica de 0.6 cm<sup>3</sup>, lo cual corresponde a soya procesada de buena calidad.

Cargas de 10 kg en adelante aún contenían altos índices de UIT. (Valores debajo de 12 UIT/mg son adecuados para una soya bien procesada)

La Gráfica 3, muestra que para tiempo de 15 minutos, los índices de AU fueron aceptables para 15 kg. En cuanto a UIT, se puede considerar que una carga de 10 kg es buena, ya que presenta valores de 12 UIT/mg.

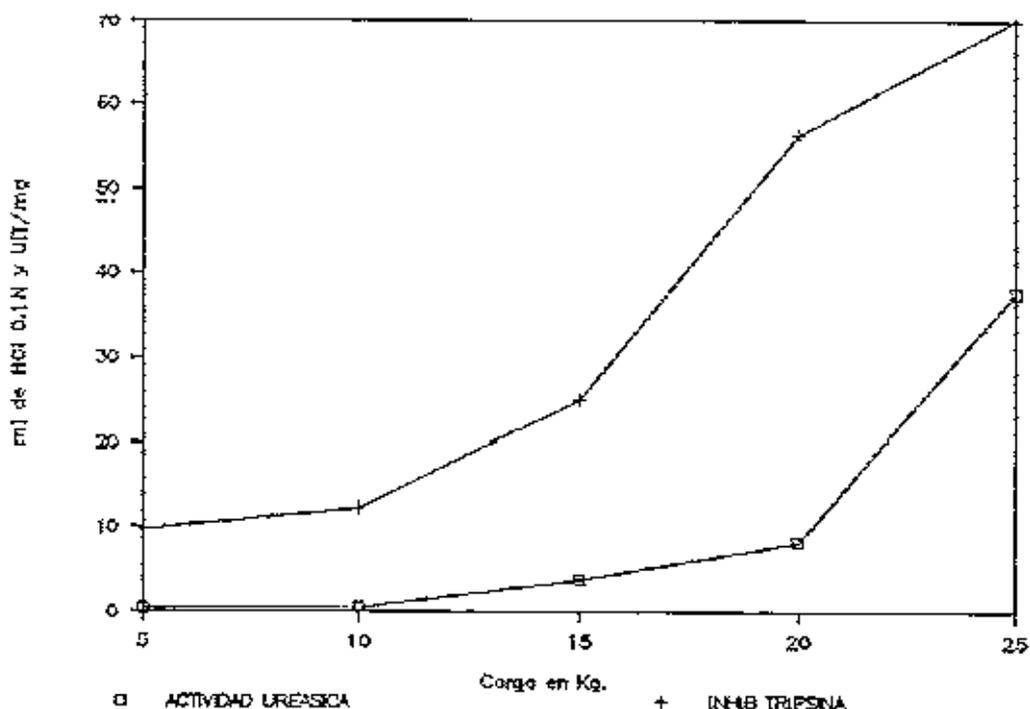


Gráfico 3. Índices de Actividad ureásica e inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada por 15 minutos.

En el Gráfico 4 se muestra que para el tiempo de 20 minutos, se obtuvo una soya de muy buena calidad con cargas de 15 kg ya que ésta presentó 7.8 UIT/mg.

Cuando las cargas de tostado se incrementan arriba de ésta cantidad, los valores de inhibidores de tripsina e inhibidores de tripsina son elevados.

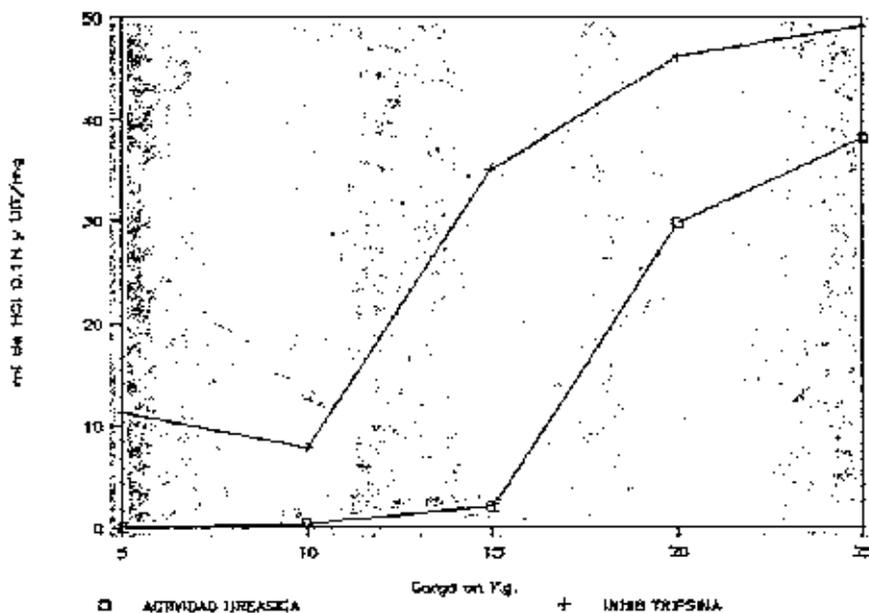
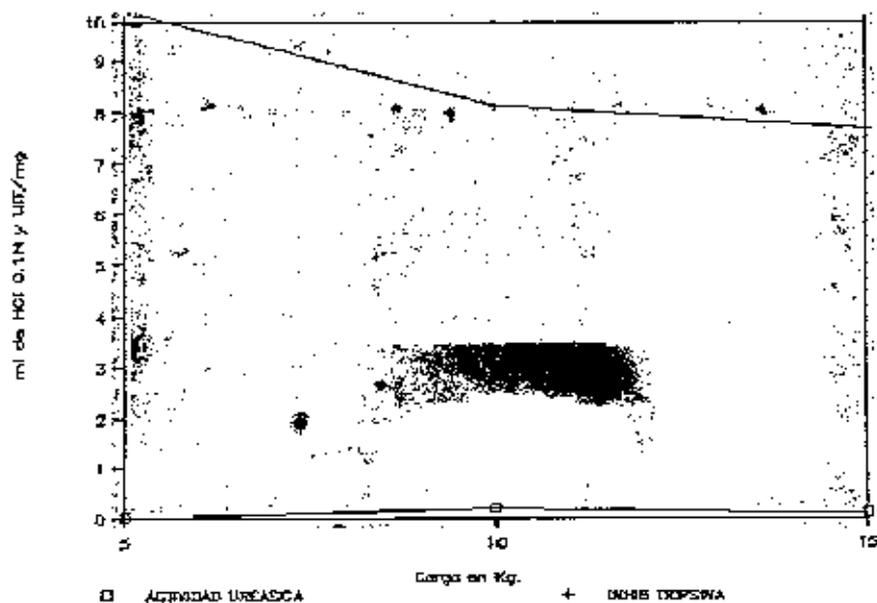


Gráfico 4. Índices de actividad ureásica e inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada por 20 minutos.



Gráfica 5. Índices de Actividad ureásica e Inhibidores de tripsina para diferentes cargas de soya tostada por 25 min.

Para el tiempo de 25 minutos, ( Gráfica 5) las cargas de cinco hasta 15 kg tuvieron UIT bajos, correspondientes a soya bien cocinada.

Para el tratamiento de tostado, se encontró que para cargas de 10 kg, el tiempo óptimo de tostado estuvo entre 15 y 20 minutos.

Garlich y Lee (1988) utilizaron el tostado por calor seco usando bandejas en un horno que alcanza 160 °C y encontraron que con cinco minutos se obtenían incrementos en la calidad de proteína hasta de un 41%, lo cual se debe a la pérdida de humedad en el grano. Estos mismos investigadores, encontraron que la solubilidad de proteína baja a medida que se incrementa el tiempo de tostado.

En la literatura, no se han informado tratamientos en condiciones similares.

### 1.3 Extruido.

En soya extruida bajo condiciones regulares de operación con el equipo empleado, se encontraron valores de AU de 1.3 cm<sup>3</sup> de HCl 0.1N. Para inhibidores de tripsina los valores fueron de 3.79 UIT/mg, indicando que se habían eliminado los factores antifisiológicos de la soya.

Alanis (1984) encontró que hay una pequeña pérdida de aminoácidos durante la extrusión tales como lisina y metionina, ya que las temperaturas en extrusión llegan a 135°C a 15 RPM.

2. Evaluación nutricional de la soya grano procesada térmicamente para pollos de engorde, bajo tres niveles tecnológicos.

### 2.1 Ganancia de peso.

Los resultados de ganancia de peso de cero a cuatro semanas de edad de los pollos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ganancia de peso en gramos por pollos de 0-4 semanas de edad.

Nivel de Tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	= X
	Cocinado	Tostado		
Alto	1126	1009	1067.5	a
Mediano	853	789	821.0	b
Bajo	794	720	757.0	b
$\bar{X}$	924 a	839 b		881.7 B
Soya extruida			1018.0	a
Harina de soya			1035.0	a
				1026.5 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las dietas experimentales y las dietas control en éste período de alimentación, siendo superiores las ganancias de peso para los controles.

Hubieron diferencias ( $P < 0.01$ ) entre las dietas de alta tecnología y las de mediana y baja; ésto se debió a la falta de suplementación de aminoácidos que hubo en las tecnologías menores.

En las diferencias encontradas entre tratamientos térmicos los valores mayores fueron para el cocinado. Este efecto puede deberse a la mejor palatabilidad del alimento. ( ANDEVA Anexo 11)

En la segunda etapa de alimentación, de cuatro a siete semanas de edad, como se observa en el Cuadro 2, los mayores valores de ganancia de peso los obtuvo la dieta control de harina de soya.

Cuadro 2. Ganancia de peso en gramos por pollo de 4-7 semanas

Nivel de Tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	=
	Cocinado	Tostado		
Alto	1211	1418	1314.5	a
Mediano	1267	1276	1276.0	a
Bajo	1279	1232	1255.5	a
$\bar{X}$	1252 a	1309 a		1282 A
Soya extruida			1258.0	a
Harina de soya			1353.0	a
				1306 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes.

No hubieron diferencias significativas entre niveles tecnológicos ni entre tratamientos térmicos, sólo se encontraron diferencias al comparar las dietas controles con los tratamientos experimentales. (ANDEVA en el Anexo 12)

En ésta etapa de alimentación no se encontró diferencia significativa entre ningún tratamiento, lo cual indica que las

dietas cubrieron con los requerimientos, los cuales son inferiores a los de la primera etapa, pese a que en las de tecnologías menores no se suplementó con aminoácidos.

El resumen de las siete semanas experimentales en lo referente a aumento de peso, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Ganancia de peso en gramos por pollo de 0-7 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamientos		$\bar{X}$	= $X$
	Cocinado	Tostado		
Alto	2337	2427	2382	a
Mediano	2120	2065	2092	b
Bajo	2073	1952	2012	b
$\bar{X}$	2177 a	2148 a		2162 B
Soya extruida			2276	a
Dieta control			2388	a
				2332 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes.

El Análisis estadístico (Anexo 13) mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las dietas experimentales y las controles, siendo superiores las ganancias de las dietas control.

Los tratamientos térmicos son estadísticamente iguales, no así los niveles tecnológicos, donde aventajó la alta tecnología con respecto a la mediana y la baja. Este efecto se debió a la suplementación de aminoácidos, antibióticos y vitaminas en las dietas de alta tecnología, mientras que los otros dos niveles

tecnológicos ( mediana y baja ) no fueron suplementadas (Anexos 7 al 9). No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en ganancia de peso entre mediana y baja tecnología. Esto indica que la soya forrajera (Neonotonia wightii) proporcionó las vitaminas necesarias a los pollos, hasta igualar la premezcla vitamínica que incluían las dietas de mediana tecnología. El contenido de lisina y metionina de las dietas control y de alta tecnología fue de 1.2 y 0.8 % . En las dietas de las tecnologías menores, el contenido de lisina y metionina fue de 1.04 y 0.56 % respectivamente.

Esto representa una deficiencia del orden de 13 % en lo que a peso se refiere. Las ganancias de peso encontradas en éste estudio están dentro de los estandares de la Hubbard Farms, cuyo patrón es de 1.92 kg en el período de siete semanas.

En estudios hechos por Vest y Duvall (1980) utilizando soya tostada, se obtuvieron ganancias de peso de 2.2 kg, lo cual es semejante a lo encontrado en el presente estudio.

## 2.2 Consumo de alimento.

En el Cuadro 4 se muestra el consumo de alimento de 0-4 semanas de edad de las aves.

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos experimentales y controles ( Anexo 14), siendo los mayores valores para consumo los registrados en los

tratamientos de alta tecnología.

Cuadro 4. Consumo de alimento en gramos por pollo de 0-4 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	=	X
	Cocinado	Tostado			
Alto	2000	2090	2045	a	
Mediano	1843	1906	1875	c	
Bajo	1883	1833	1858	c	
$\bar{X}$	1909 b	1943 b			1926 B
Soya extruída			2030	a	
Harina de soya			1946	b	
$\bar{X}$					1988 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

No se encontraron diferencias entre los valores de consumo obtenidos para mediana y baja tecnología, ni tampoco entre tratamientos térmicos.

En el Cuadro 5 se muestran los valores de consumo para el período de 4-7 semanas. El análisis estadístico (Anexo 15) que se hizo de éstos valores presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos experimentales y las dietas control.

Se reportaron diferencias significativas entre tratamientos experimentales. Las diferencias encontradas entre tratamientos térmicos reportaron mayores valores de consumo para el cocinado.

Cuadro 5. Consumo de alimento en gramos por pollo de 4 - 7 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	=
	Cocinado	Tostado		
Alto	3360	3213	3287	a
Mediano	3070	2987	3029	b
Bajo	3007	2887	2947	c
$\bar{X}$	3145 a	3029 b		3088 A
Soya extruída			2694	
Harina de soya			2179	
				2437 B

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

Entre tecnologías, la que obtuvo el mayor consumo fue la alta tecnología y no se reportaron diferencias

( $P < 0.01$ ) entre la mediana y la baja, las cuales son estadísticamente iguales.

Los valores finales de consumo para el período de 0-7 semanas se muestran en el Cuadro 6.

El análisis estadístico en el Anexo 16 mostró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las dietas experimentales y las controles.

Dentro de las experimentales, la dieta de alta tecnología presentó mayor consumo que las dos tecnologías menores y éste efecto se puede deber a que ésta dieta llenaba todos los requerimientos de las aves en lo que a aminoácidos se refieren, a diferencia de las dietas de tecnologías menores;

además eran aves de mayor tamaño ( mayores ganancias de peso).

Cuadro 6. Consumo de alimento en gramos por pollo de 0-7 semanas de edad.

Nivel de Tecnología	Tratamientos		$\bar{X}$	=
	cocinado	Tostado		
Alto	5450	5213	5332	a
Mediano	4990	4830	4910	b
Bajo	4840	4770	4805	b
$\bar{X}$	5093 b	4938 a		5016 A
Soya extruída			4867	b
Dieta control			4877	b
				4872 B

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes. (P<0.05)

En las diferencias en consumo encontradas para tratamientos térmicos, los mayores valores son para consumo de alimento, lo cual puede deberse a una mayor palatabilidad.

El encontrar mayores consumos para los tratamientos de alta tecnología se atribuye no sólo al efecto del mezclado en forma homogénea, sino que también a la presencia de aminoácidos, vitaminas y antibióticos, que en ésta forma dan a las dietas un buen equilibrio de nutrientes de acuerdo a los requerimientos de éste tipo de aves (NRC, 1971).

También es lógico haber encontrado valores semejantes entre los dos niveles menores de tecnología, ya que fueron preparadas de manera similar y ambos fueron deficientes en

aminoácidos ( lisina y metionina) como se mencionó anteriormente.

El encontrar diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) entre tratamientos térmicos, se debe probablemente a la mayor palatabilidad que tiene la soya cocinada.

### 2.3 Conversión alimenticia.

En el Cuadro 7 se muestran los valores de conversión alimenticia por pollo para el período de 0-4 semanas.

Cuadro 7. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 0-4 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	=
	Cocinado	Tostado		
Alto	1.87	1.98	1.92	a
Mediano	2.25	2.34	2.30	b
Bajo	2.31	2.65	2.48	b
$\bar{X}$	2.15 a	2.33 b		2.24 B
Soya extruída			1.91	a
Harina de soya			1.96	a
				1.94 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las dietas experimentales y las controles. También hay diferencias entre los niveles tecnológicos, siendo la alta tecnología la

que obtuvo mayor eficiencia de conversión.

No se encontraron diferencias entre los niveles de mediana y baja tecnología, pero sí entre tratamientos térmicos, siendo más eficiente para el tratamiento de cocinado. ( Anexo 17)

En la etapa de 4-7 semanas, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos térmicos ni entre niveles tecnológicos y controles. El análisis estadístico se muestra en el Anexo 16.

Cuadro 8. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 4-7 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamiento		$\bar{X}$	= X
	Cocinado	Tostado		
Alto	2.27	2.80	2.54 a	
Mediano	2.35	2.42	2.39 a	
Bajo	2.35	2.38	2.37 a	
$\bar{X}$	2.32 a	2.53 a		2.43 A
Soya extruída			2.43 a	
Harina de soya			2.11 a	2.23 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Las conversiones alimenticias obtenidas en el periodo de 0-7 semanas ( Cuadro 9) muestran diferencias significativas (P<0.05) entre los controles y los tratamientos experimentales, siendo más eficientes en conversión las dietas controles.

No se encontraron diferencias entre, niveles tecnológicos ni tratamientos térmicos.

Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Anexo 19.

Las conversiones alimenticias encontradas para las dietas controles y de alta tecnología fueron inferiores a las de la mediana y baja tecnología.

Esto es signo de un mayor consumo de alimento pero de una menor ganancia de peso. El aumento en consumo no compensó la diferencia en ganancia de peso de éstas dietas en relación a las de alta tecnología y control, y ésto se debe a la calidad de proteína.

El no haber encontrado diferencias significativas entre tecnologías indica que los tres niveles tecnológicos son eficientes existiendo una relación directa entre ganancia de peso y consumo de alimento.

En estudios hechos por Vest y Duvall en 1980 trabajando con soya tostada en pollos de engorde, se encontró una conversión alimenticia de 2.0, lo cual es inferior a lo encontrado en éste estudio.

Las conversiones encontradas para las dos tecnologías menores estudiadas fueron mayores que las informadas por la Hubbard Farms (2.2), lo que se debe a la falta de suplementación de aminoácidos; a pesar que las dietas carecieron de premezcla vitamínica, la suplementación con soya forrajera suplió la falta de

ellos.

Cuadro 9. Conversión alimenticia en pollos de engorde de 0-7 semanas de edad.

Nivel de tecnología	Tratamientos		$\bar{X}$	= $\bar{X}$
	Tostado	Cocido		
Alto	2.15	2.34	2.25 a	
Mediano	2.35	2.35	2.35 a	
Bajo	2.50	2.35	2.43 a	
$\bar{X}$	2.33 a	2.35 a		2.34 B
Soya extruída			2.14 a	
Dieta control			2.04 a	2.09 A

\* Promedios en líneas y columnas con literales distintas son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

#### 2.4 Porcentaje de mortalidad

Los porcentajes de mortalidad para cada tratamiento se muestran en el siguiente cuadro.

El porcentaje de mortalidad global para el estudio fue de 4.46%, lo cual es inferior a los informados por la Hubbard Farms. ( 3-5 %)

Una de las principales causas de mortalidad encontradas en las necropsias realizadas por un veterinario fué ascitis.

Esto se puede deber a que la alta eficiencia de las dietas provoca ascitis y mayor susceptibilidad a enfermedades.

Cuadro 10. Porcentaje de mortalidad por tratamiento.

Tratamiento	% de Mortalidad
Soya cocinada AT	10.67
Soya tostada AT	14.67
Soya cocinada MT	4.00
Soya tostada MT	0.00
Soya cocinada BT	0.00
Soya tostada BT	0.00
Soya extruída AT	6.67
Dieta control AT	0.00
% de Mortalidad total	4.46

### 3. Análisis técnico-económico.

#### 3.1 Costos variables.

Se consideró en éste estudio como único costo variable lo referente al alimento para lo cual se plantearon dos situaciones de precios para la soya integral

(Lempiras (L.) 580 /ton. para 1989 y L. 500 /ton. para 1990) y la soya harina ( L. 500 /ton. para 1989 y L. 680 /ton. para 1990), ya que éstos fluctuaron junio 1989 a enero 1990, periodo dentro del cual se realizó éste estudio.

Los costos variables por kg de alimento para la dieta que incluyó harina de soya fué de L. 0.97 para 1989 y L. 1.14 en 1990.

Los costos de las dietas que incluyeron soya integral bajaron en el rango de L. 1.23 a L. 0.90 para 1989 al rango de L. 1.14

a L. 0.84 para 1990. El detalle de los costos variables se presentan en el Anexo 20.

### 3.2 Costos fijos

Los costos fijos incluyen el costo de compra de los pollitos de un día de edad, transporte, medicamentos, servicios, mano de obra y depreciación de instalaciones. Se asigna un costo de L. 1.63 por pollo.

Por kilogramo de pollo, los costos están en un rango de L. 0.93 a 0.75, siendo mayores para la baja tecnología donde las aves presentaron mayores ganancias de peso. (Anexo 22)

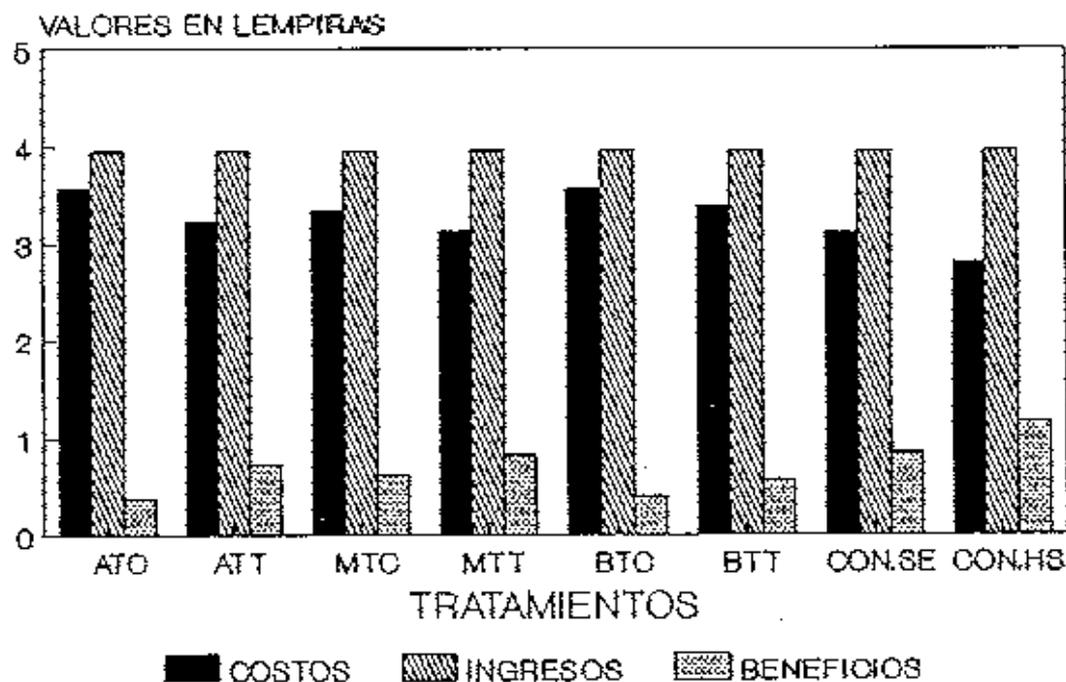
En la Gráfica 7 se muestra el Beneficio neto obtenido en cada una de las dietas experimentales.

No se observa mucha diferencia entre el beneficio neto obtenido para cada tratamiento.

Sin embargo, considerando que la industria avícola es una en la que cada incremento de ganancia por unidad es muy beneficiosa, la soya tostada de mediana tecnología presenta buenas perspectivas.

En las dietas de baja tecnología se incrementan los costos de alimentación por la suplementación de vitaminas por medio de soya forrajera ( L. 0.02 vrs. 0.07 por 100 kg de concentrado) debido al empleo de mano de obra para la recolección del forraje.

Gráfica 7. Beneficio neto obtenido en cada una de las dietas experimentales.



Descripción del Gráfico 7 sobre Beneficio neto de las dietas experimentales:

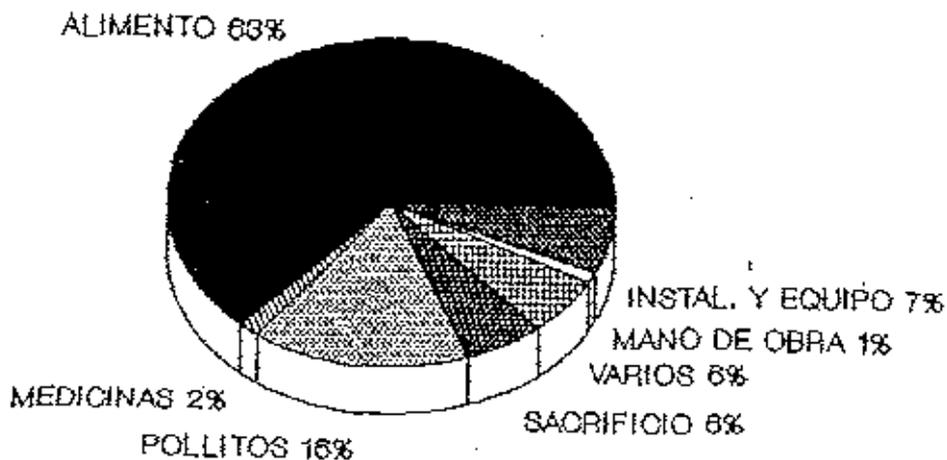
ATT Alta tecnología	- Soya tostada
ATC Alta tecnología	- Soya cocinada
MTT Mediana tecnología	- Soya tostada
MTC Mediana tecnología	- Soya cocinada
BTC Baja tecnología	- Soya tostada
BTT Baja tecnología	- Soya cocinada
CON.SE Control	- Soya Extruida
CON.HS Control	- Harina de soya

Para que el beneficio generado de las dietas a base de soya integral supere al de la harina de soya, el precio de la

harina tendría que subir en un 70% más que el presentado en el panorama de precios dos; ésto es hasta L. 850.00 / Tm.

Las pérdidas obtenidas al comparar las dietas experimentales con la soya extruida, permiten ver que el extruido es bastante económico, como menciona Alanís (1988); pero en sus estudios encontró que la soya tostada genera mayores ganancias que ésta.

Durante el estudio realizado, se estimó que los costos por concepto de alimentación representan un 63.4% de los costos totales, lo cual concuerda con lo mencionado en la literatura por Cruz (1988), que encontró costos por concepto de alimentación del orden del 60 %.



Gráfica 8. Costos totales para la producción de pollos utilizando en su alimentación la soya integral.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló éste trabajo y los resultados obtenidos, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

1. Las condiciones óptimas para los tratamientos térmicos de cocinado y tostado sobre la soya integral son tiempos de 10 minutos a temperatura de ebullición para cocción y 15 minutos a temperaturas de 160 °C con cargas de 10 kg para el tipo de tostador utilizado.
2. Los diferentes niveles tecnológicos experimentados fueron buenos ya que los parámetros nutricionales evaluados estuvieron dentro de los estándares de establecidos ( Hubbard Farms, 1988), sin embargo se dio una diferencia inferior en peso comparado con el control por la falta de suplementación de lisina y metionina en las dietas de mediana y baja tecnología.
3. Todas las dietas experimentales generaron beneficios en relación a los controles, pero ninguna sobrepasó las ganancias que generaron las dietas controles. Dentro de las experimentales, la dieta que generó mayor beneficio fue la de soya tostada para mediana tecnología. ( L. 0.83)

4. La sustitución de la premezcla vitamínica por soya forrajera (Neonotonia wighti) en las dietas de pollos de engorde es posible desde el punto de vista biológico. Desde el punto de vista económico, los costos de vitaminas en las dietas se incrementan de L. 0.02 a L. 0.07 por 100 kg de concentrado, lo cual representa un aumento del 250%.
  
5. Cuando los costos de la harina de soya sean muy superiores a los de la soya integral en un 70%, es conveniente utilizarla tratada térmicamente en la dieta de pollos de engorde.

## VIII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se derivan de éste estudio son:

1. En próximos estudios se recomienda hacer pruebas de disponibilidad de lisina en soyas tratadas térmicamente para detectar cambios en su disponibilidad.
2. Utilizar forraje de leguminosa fresco, como alternativa de fuente de vitaminas en sustitución de premezclas vitamínicas comerciales cuando los costos y la disponibilidad lo justifique.
3. Se recomienda investigar más acerca de utilización de tecnología apropiada para la elaboración de dietas de pollos de engorde que hagan ésta actividad más rentable para los productores a mediana escala.
4. Buscar alternativas más económicas para secar la soya de manera adecuada ya que el costo en términos de secado es bastante alto.
5. Investigar la posibilidad de implementar los diferentes niveles tecnológicos por los avicultores nacionales.

6. Estudiar otras leguminosas como caupi y frijol mungo para utilizarse como sustitutos de la harina de soya, en la dieta para pollos de engorde.

## IX. RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar la soya integral en la alimentación de pollos de engorde de la raza Hubbard x Peterson sin sexar de uno a 49 días de edad, bajo tres niveles tecnológicos.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de  $3 \times 2 \times 2$ , donde se probaron tres niveles tecnológicos, alta (tecnología convencional, AT), mediana (dieta balanceada sin suplementación de aminoácidos ni antibióticos, mezclado manual, MT), y baja tecnología (igual que la mediana, sustituyendo la baja premezcla vitamínica por forraje de leguminosa Neonotonia wightii, BT), dos tratamientos térmicos, cocinado ( a 96 °C por 20 min., SC) y tostado (180 °C por 15 min., ST) mas dos controles, harina de soya (HS) y soya extruída ( con extrusor simple Bradey)

Las ganancias de peso ( GP) fueron 2.38, 2.09 y 2.01 kg/pollo; el consumo de alimento ( CO) fué de 4.63, 4.22 y 4.08 kg/pollo; y la conversión alimenticia

( CA) de 2.25, 2.35 y 2.43 para AT, MT y BT, respectivamente.

Se encontraron diferencias significativas entre AT comparada con MT y BT, para

GP y CO, no así para CA donde resultaron ser iguales las tecnologías.

Para tratamientos térmicos, no se presentaron diferencias significativas en GP y CA.

En consumo de alimento se presentaron diferencias a favor de la soya cocinada.

Los costos en Lps./kg. de pollo en canal fueron menores para la ST con MT, seguido de la SE. Cuando el precio de la HS sea mayor que el de la soya integral ( SI), se recomienda implementar el tostado como tratamiento térmico, utilizando el nivel tecnológico que más se adapte al tipo de explotación.

## X. BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA A.A. 1965. Stanley's Ureasa activity. PhD Thesis, Illinois University.
- AKINYELA, J.O. y O.A. FASAYE. 1988. Nutritional qualities of corn-sorghum diet supplied with cowpea (*Vigna unguiculata*) in the elaboration of Ogi. *Journal of Food science*. 53: 1750-1752.
- ALANIS, M.G. 1984. Efecto de la extrusión sobre la calidad nutritiva y sobre algunos tóxicos naturales y contaminantes de los alimentos. Primera Reunión Panamericana de Extrusión de Alimentos. Memorias CONACYT-CIATECH. Chihuahua, México. 376 p. ✓
- AOAC, 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytic Chemists, 13th ed. Washington, D.C., E.E.U.U.
- BAJJALIEH, N., J.H ORF, T. HYNOWITZ, y A.H. JENSEN. 1980. Response of young chick to raw, defatted, Kunitz trypsin inhibitor variant soybeans as sources of dietary protein. *Poultry Science* 59: 328-332.
- BRESSANI, R. y L.G. ELIAS. 1974. Legume foods. In: *New protein foods. A. technology*, 1: 230.
- COLBORN, D. 1984. Control de calidad de las habas de soja en piensos para pollos. Colborn Dawes C.A.S.A., San José, Costa Rica.
- CHANG, J. 1984. Informe de Ensayos E.A.P. INTSOY, Illinois (29): 53-54.
- CRUZ, Z. 1989. Diagnóstico de la producción de pollos de engorde en la comunidad " 19 de abril", Danlí, El Paraíso. Tesis, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- DALE, N. 1988. Solubilidad de la proteína: Indicador del procesamiento de la harina de soya. *Avicultura profesional*, 5:122.
- DIXON, R. y E. BAKER. 1987. Protein nutritional quality of traditional and novel cowpea products measured by in vivo and in vitro methods. *Journal of Animal science*. 66:103.

- DUKE, J.A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York. p.83.
- ELIAS, L.G. y R. BRESSANI. 1974. Factores nutricionales que afectan el consumo de las semillas de leguminosas. Archivos latinoamericanos de nutrición. 24:3. (Separata)
- ELIAS, L.G., M. HERNANDEZ, y R. BRESSANI. 1976. El valor nutritivo de la harina de leguminosa precocida, procesada por diferentes métodos. INCAP, Guatemala 4(4).
- FAO. 1989. Anuario de producción. 1988. Colección FAO estadísticas, Roma, Italia. Vol 42.
- FHIA. 1986. Programa de Diversificación: Informe técnico. Fundación Hondureña de Investigación. La Lima, Cortés. p.23.
- FULLER, J.C. Jr. y W.J. OWINGS. 1980. Microwave treated whole Soybeans as a feedstuff in Broiler diets. Poultry Sc. 65:46 (1) Abstract.
- GARLICH, J.D. 1987. Urease-trypsin inhibitor relationship in commercially produced soybean meal. Poultry Science 66: 103. ( Abstract).
- GARLICH, J.D. y H. LEE. 1988. Protein solubility of soybean meal. Poultry Science 68: 83.
- HARPER, J.M. 1984. World wide Application of Lec to the manufacture of inexpensive food. Primera Reunión Panamericana de Extrusión de Alimentos. Memorias CONACYT-CIATECH. Chihuahua, México. 93 p.
- HUBBARD FARMS. 1988. Guía de manejo del pollo de engorde Hubbard. Research and development. Walpole, NewHampshire.
- JAFFE, W.G. y M.E. FLORES. 1975. La cocción de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Arch. latinoam. Nutr. 25:79.
- KAKADE, M.L., J.J. RACKIS, J.E. MCGHEE y POSKI, 1974. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products, a collaborative analysis of an improved procedure, Cereal Chem. 51: 376-382.
- LIENER, I.E. 1986. Trypsin Inhibitors: Concern of Human Nutrition or Not? Journal of Nutrition. 116: 920-923.
- LIU, N. y P. MARKAKIS. 1988. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. Journal of Food Science. 52: 222.

- LOPEZ, S. 1989. Evaluación de dietas con diferentes niveles de energía-proteína y análisis económico de tres sistemas de alimentación con dos edades de sacrificio en pollos de engorde, bajo condiciones de subtrópico. (Tesis) E.A.P., Honduras. p. 88.
- MAYNARD, L.A., J.K. LOOSLI, H.F. HINTZ y R.G. WARNER. 1981. ✓  
Nutrición animal. 7a. ed. McGraw Hill, México. 640p.
- Mc DONALD, P., R.A. EDWARDS y J.F.D. GREENHALGH. 1986.  
Nutrición Animal. Ed. Acribia, 3a. ed. España.
- Mc NAUGHTON, J.L. y F. REECE. 1980. Effect of moisture content and cooking time on soybean meal urease index, trypsin inhibitor content and broiler growth. Poultry Science 59: 10.
- MIAN, M. y J.D. GARLICH. 1980. Effect of soybean meals varying in trypsin inhibitor activity on the performance of turkey poults. Poultry Science.
- MORTENSEN, E. y E. BULLARD. 1986. Horticultura tropical y subtropical. 3a. ed., Editorial Galve, México. 182 p.
- N.R.C., 1971. Nutrients Requirements of Poultry. 6th ed. E.E.U.U.
- PARSONS, C.M., K. HASHIMOTO, K.J. WEDEKIND y D.H., BAKER. 1989. Soybean protein solubility in KOH as an in vitro test of in vivo protein quality: Effects of particle size and overprocessing. Poultry Science 68: 110. (Abstract)
- PHILLIPS, R.D., A. CHINNAN, A.L. BRANCH, J. MILLER y K.H. Mc WALTERS. 1988. Journal of Food Science. 53:3.
- RACKIS, J.J., H.A. SASOME, R.L. ANDERSON y A.K. SMITH. 1962. Soybean trypsin inhibitors isolation, purification and physical properties. Arch. Bioquímicos-biofísicos. 98: 471.
- REVILLA, A. 1977. Alimentos para uso animal. Librería RTAC-EAP, El Zamorano, Honduras. 211p.
- SAUMEL, H. 1977. Soja: Información técnica para su mejor conocimiento y cultivo. Hemisferio Sur, 2a.ed. Buenos Aires, Argentina. 10-12 pp.
- SCOTT, M.L., M.C. NESHEIM y R.J. YOUNG. 1982. Poultry Nutrition: Antinutritional factors present in the vegetable proteins. 3era. ed. Ml. Scott and Associates. Ithaca, Nueva York. 438-440 pp.

- SMITH, J.T. 1967. The utilization of poultry diets containing high, low and intermediate levels of proteins of identical amino acid pattern. Poultry Sci. 46:730.
- STEEL, R y J. TORRIE. 1989. Bioestadística; Principios y procedimientos. Mc GrawHill, 2a. ed. México.
- VALENCIANO, E. 1984. Utilización de la tecnología LEC (Bajo costo y Alto valor nutritivo) en los Programas de Alimentación del Gobierno de Costa Rica. Primera Reunión Panamericana de Extrusión de Alimentos. Memorias CONACYT-CIATECH. Chihuahua, México. 1 p.
- VELTMANN, J.R., B. HANSEN, T.D TANKSLEY, D. KNABE, y S LINTON. 1988. Comparison of the nutritive value of Different heat-treated commercial soybean meals: Utilization by chicks in practical type rations. Poultry Science 65: 1561-1569. ✓
- VEST, L.R. y J.T. DUVAL. 1980. The avaluation of whole soybeans processed by three diferent methods on broiler performance. Poultry Sc., 64:193 (1) Abstract.
- WALDROUP W. y P.B. TILLMAN. 1988. Metabolism and nutrition: Function and production of broilers feed with extruded amaranto grains and the weight rate for market. Poultry Science 67:5.
- WIEDMANN, W.M. y E.W SCHULER. 1984. Extrusion Cooking of Dairy enriched Products and Modification of Dairy protein. Primera Reunión Panamericana de Extrusión de Alimentos. (Memorias) CONACYT-CIATECH. Chihuahua, México. 56-65 pp.
- YOSHIDA, H. y G. KAJIMOTO. 1988. Effect of microwave in the trypsin inhibitor index and molecular species of tryglicerids in soybean. Journal of Food Science. 1756-1760.
- YOUNG, L.G. 1988. Effect of processing on the Nutricional value of feeds. Journal of Food Science 53: 1750-1756.

## XI. ANEXOS

ANEXO 1. Datos de la FAO sobre producción de soya durante el período 86-88 para los países centroamericanos.

PAIS	AREA CULTIVADA			REND.kg/Ha.			PROD. 1000 TM		
	86	87	88	86	87	88	86	87	88
Guatemala	5*	14*	17*	1800	2071	1706	9	29*	29*
Nicaragua	7	7	11	1415	1621	1619	9	12	17
El Salvador				1840	1840	1839	1	1	1
Costa Rica			1F	1700	1579	1667	1		1

\* Cifras extraoficiales  
F Estimación de la FAO

ANEXO 2. Composición químico-nutricional de la soya integral y la soya harina

	SOYA INTEGRAL	SOYA HARINA
Extracto etereo(%)	20.00	0.50
Proteína cruda(%)	37.00	47.00
Lisina (%)	2.39	2.99
Metionina	0.54	0.65
Fibra cruda	7.00	2.77

ANEXO 3. Evaluación de tres leguminosas de grano ( Soya, caupí y mungo) tratadas térmicamente, en la dieta de pollos de engorde.

Jacqueline Chenier 1989

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de los granos de las leguminosas soya (Glycine max.), caupí (Vigna unguiculata) y mungo (Phaseolus aureus) tratadas térmicamente en la dieta de pollos de engorde.

Se utilizaron 600 pollos de la raza Hubbard por Peterson de 1 a 49 días de edad en un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de  $3 \times 2 + 2$ , tres leguminosas (soya S, caupí C y mungo M), dos tratamientos térmicos (cocinado C y tostado T) y dos controles (soya extruída SE y harina de soya HS).

Se manejaron los pollos alimentados a libertad, con un sistema de alimentación diferido en dos etapas, de 0-4 semanas con 22% de proteína y 2800 Kcal de EM/kg y de 4-7 semanas con 18% de proteína y 3200 Kcal de EM/kg.

Las ganancias de peso obtenidas a las siete semanas fueron 857 g (SC), 382 g (ST), 473 g (CC), 1166 g (CT), 632 g (MC), 650 g (MT), 642 g (SE) y 676 g (HS).

Los consumos alimenticios a las siete semanas fueron 2054 g (SC), 1466 g (ST), 2205 g (CC), 2176 g (CT), 1814 g (MC), 1753 g (MT), 2212 g (SE) y 2787 g (HS).

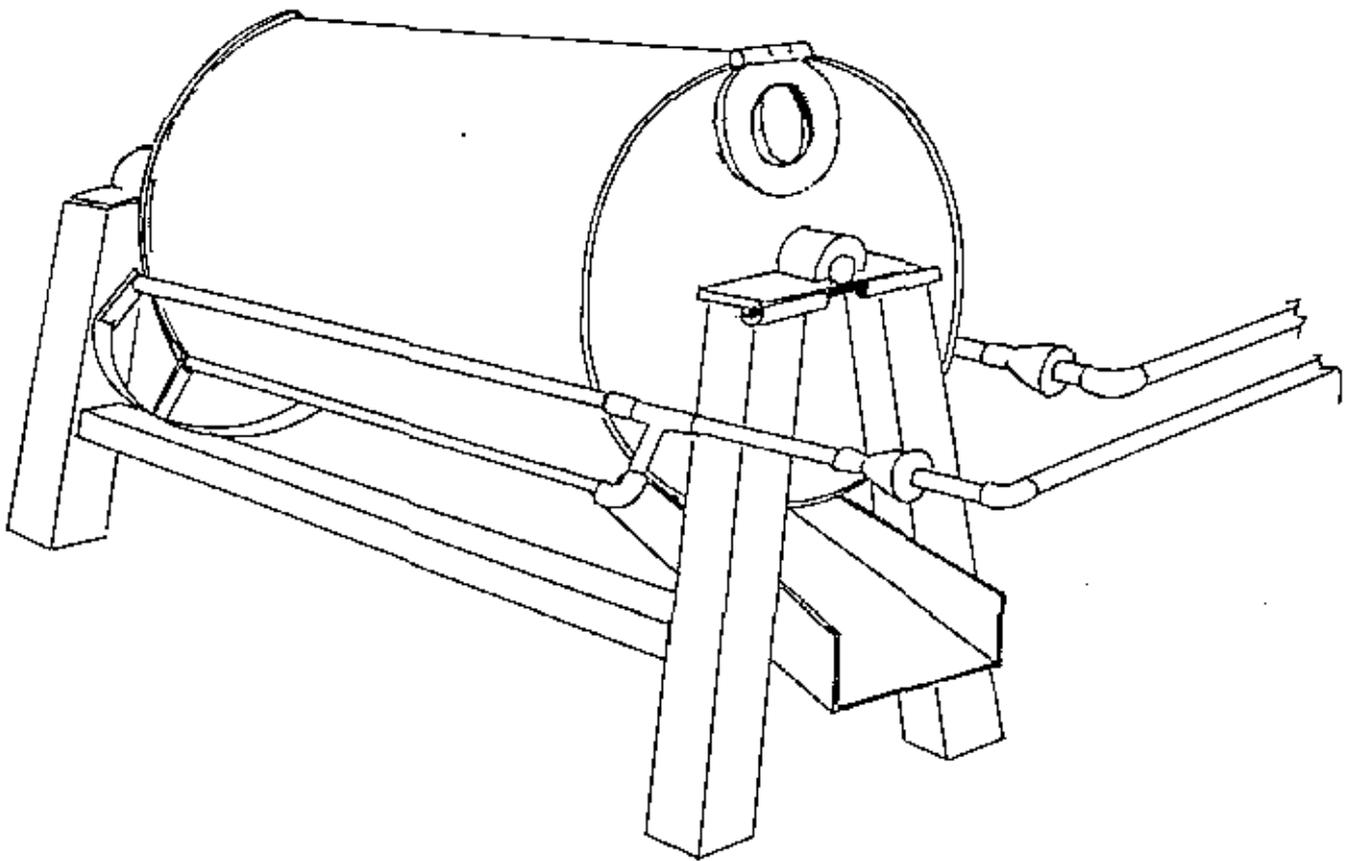
Las conversiones alimenticias fueron de 2.4 (SC), 3.85 (ST), 4.9 (CC), 1.9 (CT), 3 (MC), 2.7 (MT), 3.5 (SE) y 4.2 (HS). Hubieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos térmicos y leguminosas, siendo el mejor tratamiento el tostado, y en cuanto a leguminosas el caupí. Los valores de los parámetros nutricionales están por debajo de los estandares de la Hubbard Farms, debido a un stress provocado tanto por las condiciones ambientales como por la falta de sal en la ración durante la primera etapa de alimentación.

ANEXO 4. TEMPERATURA PROMEDIO Y PRECIPITACION PLUVIAL  
PARA EL VALLE DEL ZAMORANO, PERIODO 89-90.

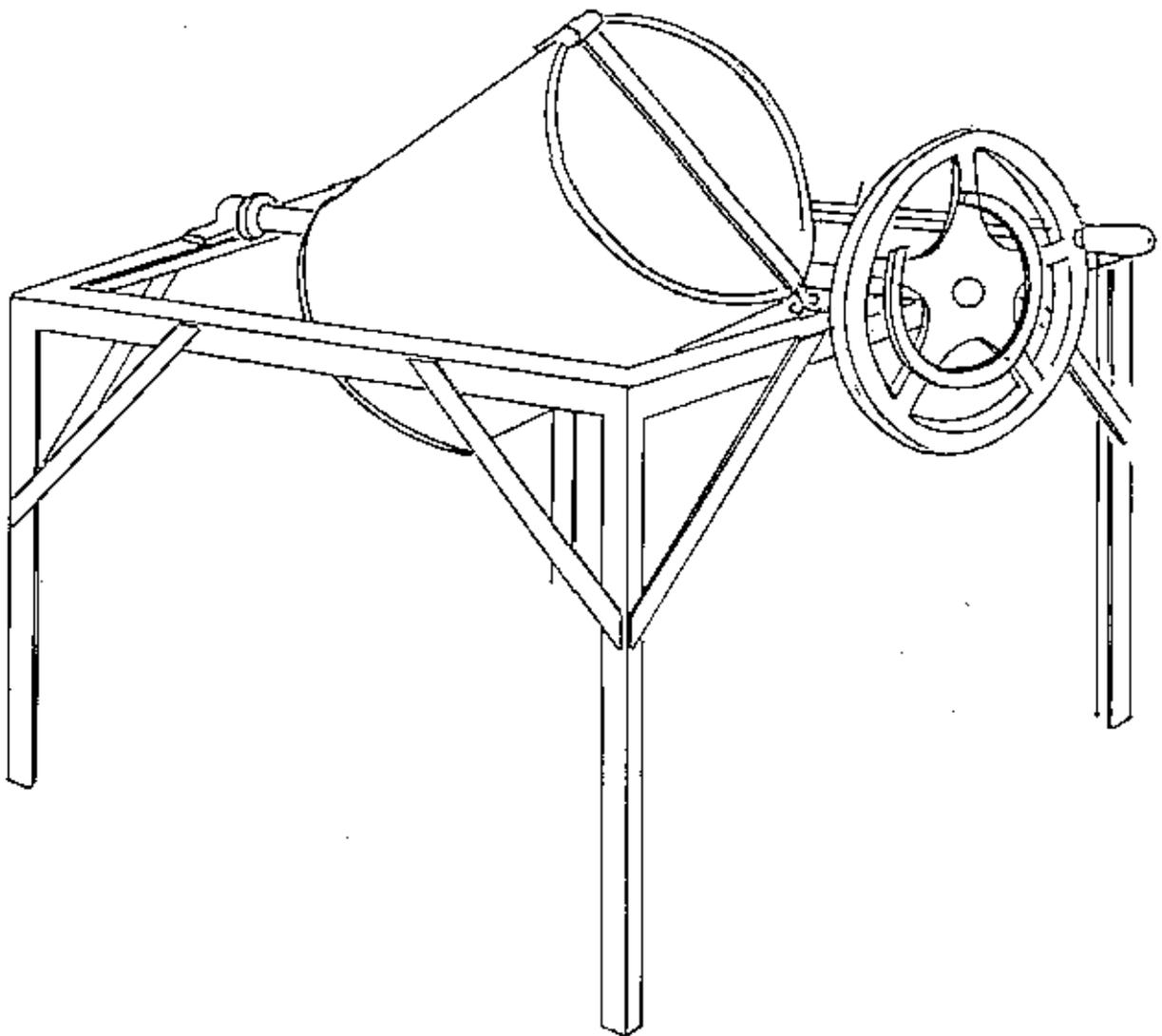
MES	TEMP. MAXIMA °C	TEMP. MINIMA °C	PRECIPITACION mm/mes
Enero	16.50	26.90	16.30
Febrero	15.50	27.50	8.20
Marzo	15.40	30.10	1.70
Abril	18.90	31.60	2.70
Mayo	20.20	31.00	128.60
Junio	18.90	29.80	140.20
Julio	18.70	28.90	110.90
Agosto	18.60	30.00	150.80
Septiembre	19.30	29.10	360.20
Octubre	17.90	28.50	94.40
Noviembre	18.00	28.10	47.70
Diciembre	15.20	26.60	11.50
Enero	7.00	27.10	24.30
Febrero	16.20	28.70	7.70
Total	17.76	29.01	1073.20

\* Fuente: Estación meteorológica, EAP 1989-1990.

ANEXO 5. ESTRUCTURA DE UN TOSTADOR PARA SOYA



## ANEXO 6. ESTRUCTURA DE UN MEZCLADOR MANUAL



ANEXO 7. Composición de las dietas de alta tecnología  
Soya integral

INGREDIENTES	Porcentaje de la ración	
	0-4 semanas	4-7 semanas
Maíz	39.80	53.84
Soya integral	50.12	35.86
Fósforo 18	2.50	2.50
Carbonato Ca	1.18	1.18
Prem. vit.	0.23	0.23
Antibiótico	0.12	0.12
Coccidiostatato	0.12	0.12
DL Metionina	0.22	0.32
Lisina HCl	0.21	0.25
Tiamina HCl	0.0001	0.0001
Melaza	5.00	2.32
Aceite	----	2.76
Sal	0.50	0.50
Total	100.00	100.00

ANEXO 8. Composición de las dietas de mediana tecnología  
Soya integral

INGREDIENTES	Porcentaje de la ración	
	0-4 semanas	4-7 semanas
Maíz	39.80	54.44
Soya integral	50.34	35.70
Harina de hueso	3.75	3.75
Carbonato Ca	0.26	0.26
Prem. vit.	0.23	0.23
Coccidiostatato	0.12	0.12
Melaza	5.00	2.42
Aceite	-----	2.58
Sal	0.50	0.50
Total	100.00	100.00

ANEXO 9. Composición de las dietas de baja tecnología  
Soya integral

INGREDIENTES	Porcentaje de la ración	
	0-4 semanas	4-7 semanas
Maíz	40.57	54.73
Soya integral	49.80	35.64
Harina de hueso	3.75	3.75
Carbonato Ca	0.26	0.26
Coccidiostato	0.12	0.12
Melaza	5.00	2.50
Aceite	-----	2.50
Sal	0.50	0.50
Total	100.00	100.00

ANEXO 10. Composición de la dieta control con  
Harina de soya

INGREDIENTES	Porcentaje de la ración	
	0-4 semanas	4-7 semanas
Maíz		
Harina soya		
Fósforo 18	2.50	2.50
Carbonato Ca	1.18	1.18
Prem. vit.	0.23	0.23
Antibiótico	0.12	0.12
Coccidiostato	0.12	0.12
DL Metionina	0.22	0.32
Lisina HCl	0.21	0.25
Tiamina HCl	0.0001	0.0001
Melaza	5.00	2.32
Aceite	-----	2.76
Sal	0.50	0.50
Total	100.00	100.00

## ANEXO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIAS DE PESO 0-4 SEMANAS.

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	64625.57	19.69**
Controles/exper.	1	94395.13	28.75**
Soya extr./harina	1	416.66	0.13 n.s.
Tratamientos	5	71513.43	21.78**
Niveles tec.	2	161332.67	49.15**
Trat. térmicos	1	32512.50	9.90**
Interacción	2	1194.67	0.36 n.s.

## ANEXO 12. ANDEVA PARA GANANCIA DE PESO DE 4-7 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	13639.95	0.95 n.s.
Controles/experim.	1	25847.01	0.11 n.s.
Soya extr./Harina	1	13632.66	0.06 n.s.
Tratam.	5	13809.38	0.06 n.s.
Niveles tec.	2	5561.07	0.02 n.s.
Trat. térmicos	1	14393.39	0.06 n.s.
Interacción	2	26765.72	0.12 n.s.

## ANEXO 13. ANDEVA DE GANANCIA DE PESO DE 0-7 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	91516.95	5.00 **
Controles/experim.	1	129710.19	7.08 *
Soya extr./Harina	1	18816.00	1.03 n.s.
Tratam.	5	98413.43	5.38 **
Niveles tec.	2	226670.72	12.38 **
Trat. térmicos	1	3640.89	0.20 n.s.
Interacción	2	17555.06	0.96 n.s.

## ANEXO 14. ANDEVA DE CONSUMO DE ALIMENTO DE 0-4 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	25066.62	17.53**
Controles/experim.	1	16200.67	11.34**
Soya extr./harina	1	10419.00	7.29*
Tratam.	5	29770.00	20.83**
Niveles tec.	2	62066.75	43.43**
Trat. térmicos	1	589.38	0.41 n.s.
Interacción	2	8955.75	6.26*

## ANEXO 15. ANDEVA PARA CONSUMO DE ALIMENTO 4-7 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	91061.31	32.14**
Controles/exper.	1	187068.11	66.02**
Soya extr./harina	1	8066.66	2.85 n.s.
Tratam.	5	88458.87	31.22**
Niveles tec.	2	198090.56	69.91**
Trat. térmicos	1	61250	21.62**
Interacción	2	228715.56	0.72 n.s.

## ANEXO 16. ANDEVA DE CONSUMO DE ALIMENTO DE 0-7 SEMANAS.

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	165070.80	24.82**
Controles/exper.	1	93168.10	14.01**
Soya extr./harina	1	149.90	0.02 n.s.
Tratam.	5	212435.55	31.95**
Niveles tec.	2	466205.60	70.11**
Trat. térmicos	1	108888.80	18.37**
Interacción	2	520649.95	1.57 n.s.

## ANEXO 17. ANDEVA PARA CONVERSION ALIMENTICIA DE 0-4 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	0.2257	8.12*
Cont./exper.	1	0.3901	14.03**
Cont1/cont2	1	0.0037	0.01 n.s.
Trat.	5	0.2372	8.53**
Trat. térmicos	1	0.1476	5.31*
Niveles tec.	2	0.4918	17.68**
Interacción	1	0.0277	0.01 n.s.

## ANEXO 18. ANDEVA PARA CONVERSION ALIMENTICIA DE 4-7 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	0.0942	1.49 n.s.
Controles/exper.	1	0.1923	3.04 n.s.
Soya extr./Harina	1	0.0793	1.25 n.s.
Tratam.	5	0.1066	1.68 n.s.
Niveles tec.	2	0.0520	0.01 n.s.
Trat. térmicos	1	0.1942	3.07 n.s.
Interacción	2	0.1175	1.86 n.s.

## ANEXO 19. ANDEVA PARA CONVERSION ALIMENTICIA DE 0-7 SEMANAS

F.V.	gl	CM	Fcal
Tratamientos	7	0.0614	2.53 n.s.
Controles/exper.	1	0.2640	10.89**
Soya extr./Harina	1	0.0140	0.01 n.s.
Tratam.	5	0.0304	1.25 n.s.
Niveles tec.	2	0.0398	1.64 n.s.
Trat. térmicos	1	0.0034	0.01 n.s.
Interacción	2	0.0344	1.42 n.s.

## ANEXO 20. PORCENTAJE DE MORTALIDAD POR TRATAMIENTO

---

Tratamiento	% de mortalidad
Soya cocinada AT	10.67
Soya tostada AT	14.67
Soya cocinada MT	4.00
Soya tostada MT	0.00
Soya cocinada BT	0.00
Soya tostada BT	0.00
Soya extruida AT	6.67
Dieta control AT	0.00
% de mortalidad total	4.46

---

## ANEXO 21. ANALISIS ECONOMICO

## ANALISIS DE COSTOS POR KILOGRAMO DE POLLO

Costos de los diferentes tratamientos térmicos y las dietas control.

1. Costos por Ton m. de soya procesada cuando los precios en el mercado son:

Soya integral L. 580.00  
Harina de soya L. 470.00

Costo	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
Proceso	0.285	0.030	0.027	-----
Mat. prima	1.289	1.289	1.289	1.044
Total	1.574	1.319	1.316	1.044

2. Costos por Ton m. de soya procesada cuando los precios en el mercado son:

Soya integral L. 500.00  
Harina de soya L. 680.00

Costo	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
Proceso	0.285	0.030	0.027	-----
Mat. prima	1.111	1.111	1.111	1.5111
Total	1.396	1.141	1.138	1.5111

Costo del alimento consumido-Alta tecnología

Período	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
0-4 semanas	2.48	2.32	2.26	1.93
4-7 semanas	3.74	3.28	2.75	2.03
Total	6.22	5.60	5.01	3.96

Costo por kilogramo de pollo-Alta tecnología

Costo/kg	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
Kg en pie	2.53	2.19	2.09	1.58
Kg en canal	2.98	2.57	2.46	1.86

Alta tecnología-precios 2

Costos	Soya coc.	Soya Tost.	Soya ext.	Harina
Dieta 0-4 sem	1.149	1.021	1.020	1.149
Dieta 4-7 sem	1.073	0.982	0.981	1.055
Costos consumo				
0-4 semanas	2.30	2.13	2.07	2.24
4-7 semanas	3.61	3.16	2.64	2.30
Total	5.91	5.29	4.71	4.54
Costo kg pollo/pie	2.40	2.07	1.96	1.81
Costo kg pollo/canal	2.83	2.43	2.31	2.13

Costo del alimento consumido-Mediana tecnología

Período	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
0-4 semanas	2.01	1.84	2.26	1.89
4-7 semanas	3.06	2.71	2.75	2.03
Total	5.07	4.55	5.01	3.92

Costo por kilogramo de pollo-Mediana tecnología

Costo/kg	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
Kg en pie	2.26	2.08	2.09	1.56
Kg en canal	2.67	2.45	2.46	1.84

Mediana tecnología-Precios 2

Costos	Soya coc.	Soya Tost.	Soya ext.	Harina
Dieta 0-4 sem.	1.001	0.873	1.020	1.150
Dieta 4-7 sem.	0.934	0.843	0.981	1.055
Costos consumo				
0-4 semanas	1.85	1.66	2.07	2.24
4-7 semanas	2.87	2.52	2.64	2.30
Total	4.72	4.18	4.71	4.54
Costo kg				
pollo/pie	2.11	1.91	1.96	1.81
Costo kg				
pollo/canal	2.48	2.25	2.31	2.13

Costo del alimento consumido-Baja tecnología

Período	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
0-4 semanas	2.16	1.87	2.26	1.89
4-7 semanas	3.18	2.61	2.75	2.03
Total	5.34	4.48	5.01	3.92

Costo por kilogramo de pollo-Baja tecnología

Costo/kg	Soya coc.	Soya tost.	Soya ext.	Harina
Kg en pie	2.44	2.16	2.09	1.56
Kg en canal	2.87	2.55	2.46	1.92

Baja tecnología-Precios 2

Costos	Soya coc.	Soya Tost.	Soya ext.	Harina
Dieta 0-4 sem.	1.058	0.931	1.020	1.149
Dieta 4-7 sem.	0.995	0.903	0.981	1.055
Costos consumo				
0-4 semanas	1.99	1.71	2.07	2.24
4-7 semanas	2.99	2.61	2.64	2.30
Total	4.98	4.32	4.71	4.54
Costo kg pollo/pie	2.27	2.09	1.96	1.81
Costo kg pollo/canal	2.68	2.45	2.31	2.13

## ANEXO 22. COSTOS FIJOS POR UNIDAD PARA POLLOS DE 7 SEMANAS

<u>Detalle</u>	<u>Lempiras</u>
Transporte	0.01
Pollitos	0.70
Vitaminas	0.03
Vacunas	0.03
Aserrín	0.06
Agua	0.03
Electricidad	0.15
Desinfectante	0.01
Bolsas	0.03
Gas (LPG)	0.02
Mano de obra galpón	0.05
Mano de obra sacrificio	0.04
 <u>Depreciación</u>	
Galpón	0.10
Comederos	0.06
Bebedores	0.03
Reflectores	0.03
Candelas	0.02
Ruedos	0.01
Tanques de agua	0.01
Bomba de mochila	0.04
Manguera	0.01
Transporte sala sacrificio	0.01
Escaldadora	0.01
Feladora	0.03
Embudos, cuchillos, etc.	0.001
Mesas	0.01
Sala de sacrificio	0.02
Limpiadora de visceras	0.03
Barriles plásticos	0.03
Balanza	0.03
<hr/>	
Total	1.63

## ANEXO 23. COSTOS FIJOS POR KILOGRAMO DE POLLO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	PESO CANAL kg	COSTO
Alta tecnología(AT)		
Soya cocinada(SC)	2.18	0.75
Soya tostada(ST)	2.08	0.78
Mediana tecnología(MT)		
Soya cocinada(SC)	1.90	0.86
Soya tostada(ST)	1.86	0.88
Baja tecnología(BT)		
Soya cocinada(SC)	1.86	0.88
Soya tostada(ST)	1.76	0.93
Diets control(DC)		
Soya extruída(SE)	2.04	0.80
Harina de soya(HS)	2.13	0.77

## ANEXO 24. ESTADO DE RESULTADOS PARA LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES - PRECIOS 2

	AT		MT		BT	
	<u>SC</u>	<u>ST</u>	<u>SC</u>	<u>ST</u>	<u>SC</u>	<u>ST</u>
Ingreso bruto	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
Costos variables	2.83	2.45	2.48	2.25	2.68	2.45
Costos fijos	0.75	0.78	0.86	0.88	0.88	0.93
Beneficio neto	0.38	0.73	0.62	0.83	0.40	0.58

## ANEXO 25. ESTADO DE RESULTADOS PARA LOS CONTROLES

## PRECIOS 2

	<u>SE</u>	<u>HS</u>
Ingreso bruto	3.96	3.96
Costos variables	2.31	2.13
Costos fijos	0.80	0.77
Beneficio neto	0.85	1.06

