

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



**“DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL DE LEUCAENA
(*Leucaena leucocephala*) CRUDA, LAVADA Y CON SULFATO
FERROSO AL 0.5% Y 1% EN RACIONES PARA POLLOS DE
ENGORDE”**

PRESENTAN:

Br. JOSE BAUDILIO MEJIA CARDOZA.

Br. ILIANA MARCELA RAMON LAZO

Ing. Agr. M.Sc. EDWIN FLAVIO SALINAS CASTELLANOS.

PARA OPTAR:

AL TITULO DE LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SAN SALVADOR, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. AGR. M.Sc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIA GENERAL:

LIC. DOUGLAS V. ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO: DR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE.

SECRETARIO: ING. AGR. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ING. AGR. LUDWING V. LEYTON BARRIENTOS

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO.

ING. AGR. M.Sc. JOSÉ GABRIEL ROSALES MARTINEZ

RESUMEN

El ensayo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz. El objetivo de la investigación fue Evaluar la posibilidad de la utilización de la harina de follaje de Leucaena (*Leucaena leucocephala*) cruda, lavada y con adición de sulfato ferroso al 0.5% y 1% como fuente de proteína en raciones para pollos de engorde. Se evaluaron trece dietas para pollo de engorde que incluyeron una ración testigo sin harina de Leucaena y doce raciones con follaje de Leucaena con niveles de 5, 10 y 15% de la ración en sustitución de hasta 30% de la proteína aportada por la harina de soya. Todas las raciones fueron formuladas para 2,900 Kcal. y 22% de proteína. La investigación tuvo una duración de cinco semanas (35 días) comprendida ente los meses de Julio a Agosto de 2008. Se utilizaron 156 pollos de engorde de la línea Hubbard, de un día de edad sexados. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (hembras y machos), cada bloque contenía 6 hembras y 6 machos por tratamiento. La prueba estadística utilizada fue la de Duncan con comparación de medias.

Los resultados indicaron que con excepción de la ración con follaje de Leucaena cruda, todos los grupos que consumieron las dietas con 5% de follaje de Leucaena tratada, mostraron consumos de alimento y ganancias de pesos similares al grupo control. En general, el lavado del follaje de Leucaena o la suplementación con sulfato ferroso mejora el consumo de alimento; no así el incremento de peso, particularmente a niveles que superan el 10% de la ración. El tratamiento que generó mas ingresos al compararlos entre ellos fue el tratamiento con Leucaena lavada con 5% de incorporación (\$37.45), siendo este superior por lo que generó mas ingresos que el tratamiento testigo (\$34.63). Los tratamientos que menos ingresos generaron fueron aquellos que en la dieta había una incorporación de 10 y 15% de Leucaena en la ración. La incorporación de sulfato ferroso al 0.5 y 1% no resultaron en producción de carne similares o mejores que el testigo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de El Salvador, en especial a la Facultad de Ciencias Agronómicas por habernos formado académicamente y profesionalmente.

- A los directores de la Estación Experimental y de Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Ing. Agr. Msc. Juan Francisco Alvarado Panameño; Ing. Agr, Mario Pérez Ascencio, al personal de trabajo y administrativos por haber colaborado desinteresadamente en el desarrollo de la investigación.

- A nuestros docentes directores, Ing. Agr. Luis Homero López Guardado e Ing. Agr. Msc. José Gabriel Rosales Martínez, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de EL Salvador que contribuyeron en nuestra formación.

- A nuestros compañeros y amigos, gracias por su constante apoyo y solidaridad.

DEDICATORIA

A mi hija Carolina Amalia por la colaboración prestada en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad de El Salvador y a la Facultad de Ciencias Agronómicas: por permitirme cumplir mi meta de ser un profesional de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A todos aquellos que pensaron que no se podía. Queda claro que cuesta, pero SI se puede.

EDWIN FLAVIO SALINAS CASTELLANOS.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO:

Por estar conmigo en todo momento, creando en mí la confianza y fortaleza para la culminación de mis estudios como un ser más humano, para así afrontar las dificultades que se presentan en la vida.

A MIS PADRES

Por su sacrificio y esfuerzo a pesar de las inclemencias del tiempo nunca dejaron de creer en mí, también sus sabios consejos que me fortalecieron para continuar.

A MIS HERMANAS/OS

Raquel, Esperanza, Henry, Samuel, Josselin, Jessica y a las gemelitas.

A Nidia Rodríguez por su comprensión y esfuerzo, compartiendo juntos momentos gratos y difíciles durante el transcurso de mis responsabilidades académicas.

A MI HIJA:

Luz María, por ser el incentivo para seguir adelante en la vida.

A mi compadre y amigo Juan Carlos D. Serrano Q. por su apoyo incondicional durante todos estos años.

A mis compañeros de tesis y estudio que de alguna u otra forma contribuyeron al logro de este éxito, a todos les doy las gracias ya que he logrado una de las metas que uno se propone y así ser un hombre de provecho y bien.

JOSE BAUDILIO MEJIA CARDOZA.

DEDICATORIA

Anteponiendo a Dios todo poderoso, por ser mí guía, por iluminar mis pasos y fortalecer mi espíritu.

A mis padres Francisco Fernando Ramón Marroquín y María Esperanza Lazo de Ramón con sumo agradecimiento por su amor, confianza y apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A mi hijo Gabriel Fernando por ser el motor que impulsa mi vida, mi mayor bendición y fuente de inspiración para seguir adelante.

A mis hermanos por su apoyo y cariño.

A mis compañeros Edwin Salinas y Baudilio Mejía los cuales me apoyaron incondicionalmente durante mi embarazo, dándome ánimos a pesar de las dificultades sobrellevadas durante el desarrollo de la investigación.

A mis amigos y a todas aquellas personas que colaboraron para poder realizar mis metas.

ILIANA MARCELA RAMON LAZO

INDICE GENERAL

	Pagina
PORTADA.....	i
AUTORIDADES.....	ii
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIAS.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1.- Importancia de la Leucaena.....	3
2.2.- Origen, descripción y distribución.....	3
2.2.1.- Origen.....	3
2.2.2.- Descripción y distribución.....	4
2.2.2.1.- Taxonomía.....	4
2.2.2.2.- Aspectos agronómicos.....	4
2.2.2.3.- Cosecha.....	6
2.2.2.4.- Rendimiento.....	6
2.3.- Aspectos nutricionales.....	6
2.3.1.- Otros nutrientes.....	11
2.3.2.- Energía metabolizable.....	13
2.3.3.- Factores antinutricionales.....	14
2.3.3.1.- Taninos.....	14
2.3.3.2.- Mimosina.....	15
2.4.- Posibles soluciones para atenuar la toxicidad de la Leucaena.....	17
2.4.1.- Adición de sales de Hierro.....	17
2.4.2.- Tratamiento térmico de la harina de Leucaena.....	17
2.4.3.- El remojo de las hojas.....	17
2.5.- Utilización de <i>Leucaena leucocephala</i> en la alimentación animal.....	18
2.5.1.- Animales no rumiantes.....	18
2.5.1.1.- Aves.....	18
2.5.1.2.- Cerdos.....	20
2.5.2.- Rumiantes.....	20
3.- MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1.- Metodología de campo.....	21
3.1.1.- Localización.....	21
3.1.2.- Duración.....	21
3.1.3.- Instalaciones y equipos.....	21
3.1.3.1.- Galera avícola.....	21
3.1.3.2.- Fuente de calor o iluminación.....	21
3.1.3.3.- Comederos.....	22
3.1.3.4.- Bebederos.....	22
3.1.3.5.- Basculas.....	22
3.1.4.- Aves utilizadas.....	22
3.1.5.- Preparación y limpieza de galera.....	22
3.1.6.- Recibimiento de las aves.....	23

3.1.7.- Vacunación.....	23
3.1.8.- Control de peso.....	23
3.1.9.- Alimento utilizado.....	23
3.1.9.1.- Preparación de la harina de follaje de Leucaena.....	23
3.1.9.2.- Raciones experimentales.....	24
3.1.10.- Pesaje de alimento.....	25
3.2.- Metodología estadística.....	25
3.2.1.- Diseño estadístico.....	25
3.2.2.- Descripción de los tratamientos.....	25
3.2.3.- Modelo estadístico.....	27
3.2.4.- Distribución estadística.....	28
3.2.5.- Parámetros evaluados.....	28
3.2.5.1.- Peso vivo promedio semanal.....	28
3.2.5.2.- Consumo real de alimento.....	28
3.2.5.3.- Incremento de peso.....	29
3.2.5.4.- Conversión alimenticia.....	29
3.2.5.5.- Estudio comparativo de costos e ingresos.....	29
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
4.1.- Consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y desarrollo de algunos órganos.....	30
4.2.- Análisis de los órganos.....	39
4.3.- Estudio comparativo de costos e ingresos.....	41
5.- CONCLUSIONES.....	44
6.- RECOMENDACIONES.....	45
7.- BIBLIOGRAFIA.....	46
8.- ANEXOS.....	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Rendimiento de follaje de <i>Leucaena</i> a diferentes edades, alturas e intervalos de corte.....	5
2. Composición comparativa de la harina de hojas de <i>Leucaena</i> y de harina de alfalfa.....	7
3. Comparación del perfil de aminoácidos de la alfalfa y de la <i>Leucaena leucocephala</i> (mg/g N).....	8
4. Composición química (%) de diferentes partes de <i>Leucaena leucocephala</i> (% de materia seca).....	9
5. Concentración de elementos en diversas partes de la planta de <i>Leucaena leucocephala</i> (cultivar Perú).....	10
6. Perfil de aminoácidos de 4 muestras de harina de hojas de <i>Leucaena</i>	11
7. Concentración de algunos minerales en la harina de hojas de <i>Leucaena</i>	12
8. Concentración de luteína y zenaxantina (xantofilas) en tres cultivos de harina de <i>Leucaena</i> producida en Malawii (mg/kg MS)	12
9. Perdidas de carotenoides xantofilas de la harina de hojas de <i>Leucaena</i> (variedad Perú) después de ser sometida a distintos tratamientos y almacenada durante un mes.....	13
10. Contenido de taninos (g/kg de materia seca) de hojas de <i>Leucaena</i>	15
11. Efecto de una dieta basal (ad libitum o restringida) sola o con 30% de <i>Leucaena leucocephala</i> adicionadas sobre la producción de huevos (%).....	19
12. Composición bromatológica (%) de las materias primas usadas en el experimento.....	25
13. Composición (%) y análisis calculado de las raciones evaluadas en el experimento.....	26
14. Acumulado de 0-5 semanas de edad.....	31
15. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de <i>Leucaena</i> cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. De 0 a 1 semana de edad.....	34
16. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de <i>Leucaena</i> cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 1 - 2 semanas de edad.....	37
17. % del peso de vísceras de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de <i>Leucaena</i> cruda, lavada y tratada con sulfato ferroso al 0.5 y 1%.....	40
18. Comparación económica por tratamiento.....	42
19. Presupuesto parcial por tratamiento.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura		pagina
1	Consumo de alimento (CA), acumulado 0 - 5 semanas de edad.....	32
2	Incremento de peso (IP), acumulado de 0 - 5 semanas de edad.....	32
3	Índice de conversión alimenticia (ICA), acumulado de 0 - 5 semanas de edad.....	33

INDICE DE ANEXOS

Cuadro		Pagina
A1.	Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 2 - 3 semanas de edad.....	52
A2.	Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 3 - 4 semanas de edad.....	53
A3.	Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 4 - 5 semanas de edad.....	54
A4.	Mortalidad en los grupos de aves que recibieron raciones con, 5, 10 y 15% de harina de follaje de Leucaena cruda, lavada y tratada con sulfato ferroso al 0.5 y 1%.....	55

1.- INTRODUCCION

En El Salvador, al igual que en otros países de condiciones ecológicas similares, es imperativa la búsqueda de cultivos tropicales de altos rendimientos que puedan ser utilizados como ingredientes para sustituir las materias primas tradicionales de importancia en la conformación de raciones para aves. Actualmente, una elaboración económica de alimentos concentrados para aves a partir de cultivos de escasa o nula productividad en El Salvador (Maíz y soya) se hace cada vez más insostenible. El abastecimiento nacional de soya, es grave por su alta dependencia y basta mencionar que la totalidad de soya que se utiliza en El Salvador para la industria de alimentos concentrados, es de origen importado.

En el trópico, las leguminosas presentan un gran potencial para la producción eficiente del componente proteico de las raciones para especies productivas. La *Leucaena leucocephala* es una leguminosa forrajera originaria de México y Centro América (Oakes, 1968) capaz de producir rendimientos superiores a 300 Kg. de proteína cruda/ha/año cuando se le aplican cortes a una frecuencia de 4-5 veces al año (Takahashi y Ripperton, 1949). Estos rendimientos confieren a la Leucaena un alto potencial como ingrediente proteico en raciones para aves; a pesar de presentar algunas desventajas tales como su lento establecimiento y la presencia de algunos factores anti nutricionales, entre ellas la mimosina, un aminoácido que libre puede provocar intoxicaciones en los animales cuando la consumen en cantidades excesivas (Machado *et al.*, 1978).

Hasta ahora, niveles entre 5 y 40% de harina de hoja de Leucaena en raciones para pollos de engorde (Labadan, 1969; D'mello y Thomas, 1978) han resultado en una depresión del consumo de alimento y del incremento del peso de los pollos de engorde. Estos efectos han sido parcialmente superados por medio de adición de sulfato ferroso (Ross y Sprinhall, 1963), con calor (Tangendajaja, 1984) o con remojo (Labadan, 1969).

Algunos autores (D'mello *et al.*, 1978; Mateo *et al.*, 1970) han atribuido estos efectos sobre el comportamiento productivo de las aves a una disminución de la digestibilidad de los nutrientes de las dietas. Este efecto fue posteriormente mostrado por D'mello *et al.*, (1982).

Por otra parte, existe poca información sobre el valor de energía metabolizable (EM) de las hojas de *Leucaena*. D'mello y Thomas (1978, 1982) citan valores de 670 Kcal./Kg. para muestras de hojas de *Leucaena* provenientes de Malawi. No se conoce el valor de EM del follaje de *Leucaena* de las variedades que se encuentran en El Salvador ni tampoco las posibilidades de incorporar este follaje en dietas para aves.

Lo anterior justifica el estudio de los métodos más adecuados para disminuir o eliminar los posibles factores tóxicos presentes en la *Leucaena*. Por otra parte, es necesario establecer los límites de incorporación del follaje de *Leucaena*, en raciones para pollos de engorde.

2.- REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1.- Importancia de la Leucaena.

La Leucaena, leguminosa arbustiva o arbórea, se encuentra distribuida en todo el mundo tropical, donde encuentra su mejor hábitat (D'mello y Taplin, 1978).

Algunas de sus características que le confieren su gran potencial productivo son: amplio rango de adaptación, habilidad para prosperar en condiciones ecológicas desfavorables y gran diversidad de usos que pueden dárseles a sus productos, entre los cuales se pueden mencionar: como fuente de leña y madera, su papel en el control de la erosión del suelo, la recuperación de terrenos agrícolas, conservación del suelo y agua, reforestación, capacidad para proveer sombra para otras plantas (Dijkaman, 1980).

La *Leucaena leucocephala* tiene la habilidad de producir grandes cantidades de hojas y rebrotes con un alto contenido de proteína (18-33%) y materia seca (20-25%). Lo cual aunado a su contenido de vitaminas y minerales ha estimulado su utilización en nutrición animal, principalmente en raciones para bovinos (Jones, 1979). Actualmente se ha intensificado la atención prestada a la Leucaena en países con recursos naturales escasos, que ha incluido la propagación intensiva y el aprovechamiento integral y racional de esta planta (FIRA, 1980).

2.2.- Origen, descripción y distribución.

2.2.1.- Origen:

La Leucaena es considerada originaria de México y Centro America (Brewbaker *et al.*, 1972); se introdujo en forma accidental o intencionalmente en las Islas del Caribe y otras áreas tropicales (Gray, 1968; NAS, 1977). Inicialmente fue usado como árbol de sombra en la preservación de la fertilidad del suelo en plantaciones de café, cacao, quinina en Indonesia y África (D'mello *et al.*, 1978). En la actualidad puede considerársele como una planta naturalizada en varias regiones del trópico (Gray, 1968).

2.2.2.- Descripción y Distribución:

2.2.2.1.- Taxonomía

El género *Leucaena*, pertenece a la familia leguminoseae y sub-familia Mimoseae (FIRA, 1980).

2.2.2.2.- Aspectos agronómicos.

Las plantas del género *Leucaena* se caracterizan por ser arbóreas o arbustivas sin espinas de fácil crecimiento pueden alcanzar hasta 20 metros de altura pero, por lo general son consideradas como arbustos de 3-5 metros (Skerman, 1977; Peralta, 1980; Machado *et al.*, 1978; Ponds *et al.*, 1983).

Son conocidas alrededor de 100 variedades de *Leucaena*, estas han sido globalmente clasificadas en tres tipos; Tipo Salvadoreña, árboles de floración tardía, altos rendimientos y ramas espaciadas en su base. Tipo Hawaiana; pequeños arbustos de floración temprana y bajos rendimientos de materia seca y Tipo Peruana: árboles de floración tardía, altos rendimientos y fuertemente ramificados en la base (NAS, 1977; Machado *et al.*, 1978; Ponds *et al.*, 1983).

La *Leucaena* es una planta tropical que crece durante todo el año pero prospera mejor en zonas con altas temperaturas (25-35 °C) (Brewbaker *et al.*, 1979). La precipitación fluvial, distribución y cantidad de lluvias están relacionadas en forma directa con la producción de *Leucaena*, la cual se desarrolla en áreas con precipitación que varía desde 500 m a más de 1,500 m (Bagdan, 1977; Gutiérrez *et al.*, 1984).

Se desarrolla bien en una gran diversidad de suelos pero su mejor y más rápido crecimiento ocurre en suelos alcalinos o neutros. También crece en todo tipo de topografía sobresaliendo su habilidad para crecer en terrenos con pendientes pronunciadas y escasa capa arable (FIRA, 1980).

La *Leucaena* se desarrolla en diversas latitudes y en alturas que varían desde el nivel del mar hasta más de 1,500 m, la tasa de crecimiento esta influenciada por la temperatura y humedad ambiental, así como por la fertilidad, textura y pH del suelo (FIRA, 1980).

El crecimiento de la planta es relativamente susceptible a la competencia de maleza en sus primeros días después de germinado; sin embargo no tiene importancia pues el sombreado limita el desarrollo de estas (Ponds *et al.*, 1983)

La *Leucaena* vive en simbiosis con bacterias de género *Rhizobium*, las cuales forman nódulos en las raíces. Estas bacterias tienen capacidad para fijar nitrógeno atmosférico del suelo y hacerlo aprovechable para la planta; mediante esta simbiosis la planta de *Leucaena* puede fijar hasta 500 kg de nitrógeno por ha/año (Jones, 1979).

Como puede observarse en el cuadro 1, el rendimiento productivo, en la mayoría de los casos, es superior a 10 toneladas de MS/ha, aunque los rendimientos dependen, en ultima instancia, de las condiciones edafoclimáticas específicas de cada lugar, de las variedades usadas y del manejo a que son sometidas.

Cuadro 1. Rendimiento de follaje de *Leucaena* a diferentes edades, alturas e intervalos de corte.

Variable	Rendimientos		
	t/ha		%MS
Edad al:			
Momento del corte (meses)	2.0	7.0	31
	4.5	8.1	22
	6.0	6.2	19
Altura de corte (cm.)	20.0	6.2	26
	50.0	8.2	22
Intervalo entre cortes (semanas)	4.0	3.4	30
	8.0	7.9	22
	12.0	10.4	24

Solano *et al.* (1982).

2.2.2.3.- Cosecha.

Como forraje, la Leucaena puede cosecharse a mano o mecánicamente mediante el uso de cosechadora de pastos. Una vez cosechada puede suministrarse como forraje verde o deshidratado; esta última operación realizable en patios de cemento o con un equipo deshidratador (Kinch *et al.*, 1962).

2.2.2.4.- Rendimiento

La Leucaena es considerada como una fuente de forraje tropical de mayor rendimiento y su productividad de materia seca y contenido de proteína es superior o comparable, bajo ciertas condiciones, a la alfalfa y al ryegrass en Nueva Zelanda (Hutton *et al.*, 1960).

2.3.- Aspectos nutricionales.

El follaje de Leucaena constituye un valioso ingrediente en raciones para ganado y en menor proporción para aves, el valor nutritivo del follaje de Leucaena varía con el lugar, edad y estación de la cosecha.

Los tallos tiernos, las flores y legumbres son una adecuada fuente de proteína y minerales (Jones, 1979; Machado *et al.*, 1978).

NAS (1977), señala que la harina de hojas de Leucaena compara favorablemente con la de hojas de alfalfa en cuanto a contenido de energía metabolizable (Cuadro 2).

En cuanto a la composición de aminoácidos de la proteína (cuadro 3), las principales diferencias con la alfalfa están referidas al contenido de aminoácidos sulfurados siendo superiores en esta última, mientras que los valores de lisina y argina son superiores en Leucaena (Meulen *et al.*, 1979).

El cuadro 4 presenta la composición química de diferentes partes de la planta de Leucaena (Adenaye, 1969); se observa que la mayor cantidad de proteína cruda se encuentra en los brotes o renuevos (47.4%), semillas maduras sin testa (45.2%) y en semillas verdes con testa (40.1%). Por otra parte el menor contenido de proteína corresponde a las vainas maduras sin

semillas y a las semillas maduras con testa (8.2 y 9.7 % respectivamente). La fibra cruda incrementa a medida que las partes comestibles de la planta maduran con la edad encontrándose la mayor cantidad en las vainas verdes con semillas maduras y en las semillas maduras; estas partes de la planta contienen 25.4 y 35.8 % de fibra cruda respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 2. Composición comparativa de la harina de hojas de Leucaena y la harina de alfalfa.

Componente	Hojas de	
	Leucaena	Alfalfa
Energía bruta (kcal/kg)	4.8	4.4
Energía metabolizable pollos (kcal/kg)	670.0	670.0
Nitrógeno total (%)	4.2	4.3
Proteína cruda (%)	25.9	26.9
Fibra detergente modificada/acida (%)	20.4	21.7
Cenizas (%)	11.0	16.6
Carotenos (mg/kg)	536.0	253.0
Taninos (mg/g)	10.2	0.1

N.A.S (1977).

En el cuadro 6, se observa el perfil de aminoácidos de cuatro muestras de harina de hojas de Leucaena, los valores entre muestras son muy semejantes, existiendo algunas variaciones particularmente notables en argina, lisina, fenilalanina, tirosina, leucina, metionina, cisterna, glicina y treonina. La concentración de mimosina varía considerablemente en las muestras secadas al sol; discrepancias atribuidas posiblemente al estado de madurez de las hojas, al manejo que se le dio al material recolectado posterior a la cosecha, ya que las hojas jóvenes contienen más mimosina que las hojas maduras (Adenaye, 1979). El secado al horno causa una marcada reducción de los niveles de mimosina, debido presumiblemente a su degradación a 3.4 dihidroxi piridina (DHP). Con respecto a la composición del follaje de Leucaena, la información existente es escasa. Angulo *et al.* (1986) reportaron los siguientes valores:

Proteína cruda 21.2%; pared celular 39.9%; polisidos hidrosolubles 3.9%; taninos parietales 1.4% y proteína unida a la pared celular 6.04%.

Cuadro 3. Comparación del perfil de aminoácidos de la alfalfa y de la *Leucaena leucocephala* (mg/g N).

Aminoácido	Alfalfa	Leucaena	
		Semillas	hojas
Cisteína	77	79	67
Acido aspártico	NR ^{1/}	643	864
Metionina	96	64	98
Treonina	290	138	266
Serina	NR	206	279
Acido glutámico	NR	911	640
Prolina	NR	222	305
Glicina	NR	285	278
Alanina	NR	205	311
Valina	356	204	311
Isoleucina	290	148	244
Leucina	494	283	444
Tirosina	232	162	208
Mimosina	0	763	343
Fenilalanina	307	197	283
Lisina	368	324	339
Histidina	139	158	123
Arginina	357	493	277

1/ NR: valor no reportado.

Ter Meulen *et al.* (1979).

Cuadro 4. Composición química (%) de diferentes partes de *Leucaena leucocephala* (% de materia seca.)

Parte de la planta	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo	Fibra cruda	Ceniza total	Extracto libre de nitrógeno
Brote o renuevo	25.8	47.4	1.0	18.8	6.1	27.7
Hoja semi-abierta	25.7	38.4	1.5	10.8	5.2	44.2
Hojas tiernas abiertas	26.9	31.3	1.9	12.8	8.2	45.8
Hojas maduras	33.0	26.8	2.9	14.4	9.0	46.9
Vaina verde con semillas tiernas	19.2	31.0	0.9	18.7	7.3	42.1
Vaina verde con semillas maduras	28.4	25.7	2.1	25.4	7.1	39.2
Vaina verde vacía	26.5	16.0	1.2	11.6	9.3	61.9
Semilla verde	30.5	33.7	4.6	13.5	4.6	43.6
Semilla verde con testa	47.9	12.8	0.3	21.5	4.3	61.1
Semilla verde sin testa	41.8	40.5	11.9	3.4	8.6	35.6
Vaina madura con semilla	85.6	23.4	2.8	17.4	4.9	51.5
Vaina madura sin semilla	84.9	8.2	0.9	15.4	8.7	66.8
Semilla madura	86.4	32.6	5.5	35.8	5.2	20.9
Semilla madura con testa	NR ^{1/}	9.7	0.4	22.0	3.8	64.1
Semilla madura sin testa	NR	45.2	13.8	7.5	6.2	27.3

1/ NR: valor no reportado.

Adenaye (1979).

Cuadro 5. Concentración de elementos en diversas partes de la planta de *Leucaena leucocephala* (Cultivar Perú).

Parte de la planta	N	P	S	Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn
	<u>Porcentaje</u>							<u>ppm</u>	
Ápice de los tallos	4.8	0.38	0.33	1.18	0.41	0.07	1.7	9	44
Primera hoja expandida	4.4	0.21	0.27	0.66	0.31	0.03	1.5	7	29
Quinta hoja expandida	4.2	0.16	0.25	0.49	0.20	0.03	2.6	11	30
Décima hoja expandida	3.8	0.15	0.23	0.50	0.17	0.02	2.1	7	28
Tallo verde (6 mm. de diámetro)	2.1	0.22	0.16	0.36	0.21	0.05	1.9	9	36
Tallo más viejo (6 mm. de diámetro)	1.2	0.14	0.10	0.21	0.15	0.02	0.9	5	20
Capítulos florales	5.0	0.40	0.40	0.39	0.18	0.04	2.7	9	40
Legumbres	3.8	0.40	0.46	0.28	0.24	0.04	1.5	10	40

Jones (1979)

Cuadro 6. Perfil de aminoácidos de cuatro muestras de harina de hoja de Leucaena.

Aminoácidos (%)	<u>Fuente y tipo de harina de hojas de Leucaena.</u>			
	<u>Malawii</u>		<u>Tailandia</u>	
	Secado al sol	Secado al sol	Secado al horno	Secado al sol
	1977	1979	1979	1978
Acido aspártico	2.7	2.3	2.3	1.8
Treonina	1.3	1.2	1.1	0.8
Serina	1.3	1.2	1.1	0.9
Acido glutámico	3.7	3.5	3.2	2.8
Glicina	2.3	1.3	1.3	1.0
Alanina	1.7	1.2	1.2	1.1
Valina	1.5	1.4	1.3	1.0
Cisteína	0.3	0.2	0.1	0.1
Metionina	0.5	0.4	0.4	0.2
Isoleucina	1.5	1.3	1.4	1.2
Leucina	2.2	2.1	2.4	1.6
Tirosina	1.2	1.2	1.1	0.8
Fenilalanina	1.5	1.4	1.4	1.0
Lisina	1.5	1.7	1.6	1.2
Histidina	0.6	0.5	0.5	0.4
Arginina	1.6	1.5	1.5	1.0
Tritófano	0.3	0.3	0.3	0.2
Mimosina	1.0	2.5	1.4	1.4

D'mello *et al.* (1981)**2.3.1.- Otros nutrientes**

Las hojas de Leucaena también pueden ser fuente de carotenos y vitamina K. El contenido de Beta caroteno, de tres variedades de harina de hojas de Leucaena cosechas en Malawi vario de 277 a 248 mg/kg MS (D'mello y Taplin, 1978). En estos materiales también se evidenciaron cantidades apreciables de vitamina K.

La Leucaena puede ser, dependiendo de los minerales disponibles del suelo, una buena fuente de calcio, fósforo y potasio (cuadro 7). Otro aspecto importante de la Leucaena es su contenido de xantofilas por lo cual pudiera utilizarse el follaje como fuente de pigmentos en raciones para aves. A estas raciones normalmente se les incorporan pigmentantes sintéticos, por lo general importados a un alto costo. D'mello y Taplin (1978) señalan que la Leucaena es rica en pigmentos xantofilicos estimados en el rango de 741-766 mg/kg MS. Las concentraciones de estos pigmentos para tres cultivares se especifican en el cuadro 8.

Cuadro 7. Concentración de algunos minerales en la harina de hojas de Leucaena.

Macro elementos	(g/kg MS)
Calcio	19.0
Fósforo	2.2
Magnesio	3.4
Sodio	0.2
Potasio	17.0
Elementos trazas	(mg/kg MS)
Cobre	11.4
Hierro	907.4
Zinc	19.2
Manganeso	59.9

ter Meulen *et al.* (1979).

Cuadro 8. Concentración de luteína y zeaxantina (xantofilas) en tres cultivos de harina de Leucaena producida en Malawii (mg/kg MS).

Pigmentos	Variedades de harina de leucaena		
	Cunninghan	Hawaiian Giant K8	Perú
Total de xantofilas	766	741	741
Luteína	526	530	557
zeaxantina	146	132	110
β-Caroteno	248	227	245

D'mello y Taplin (1978)

En el cuadro 9 se observan las pérdidas de xantofilas y carotenos cuando la *Leucaena* se somete a los siguientes tratamientos; remojo con agua, con una solución de sulfato ferroso, almacenamiento prolongado o procesos de deshidratación (Ponds *et al.*, 1983). Varios intentos han sido realizados para evaluar el valor pigmentado de la harina de hojas (D'mello y Acanovic, 1985) y del follaje de *Leucaena* (Angulo, 1985). Estos factores coinciden en señalar que aun cuando la cantidad de xantofila presente en el follaje es elevada, la disponibilidad de los pigmentos es baja.

Cuadro 9. Pérdidas de carotenoides y xantofilas de la harina de hojas de leucaena (variedad Perú) después de ser sometida a distintos tratamientos y almacenada durante un mes.

Tratamientos	Concentraciones			
	Inicial (mg/kg)		Final (mg/kg) ^{1/}	
	Carotenoides	Xantofila	Carotenoides	xantofila
Secado al sol	377	356	19	39
Secado al horno a 60 °C	381	605	40	49
Secado al horno a 145°C	456	264	30	32
Lavado y secado al sol	361	640	32	53
Secado al sol y tratado con sulfato ferroso.	251	442	31	50

^{1/} pérdida por mes.
Ponds *et al.* (1983).

2.3.2.- Energía metabolizable.

A pesar del creciente interés en el uso de *Leucaena* como ingrediente en dietas para aves, el valor de energía metabolizable de la harina de sus hojas o follaje no ha sido determinado con exactitud. Se reportan valores de energía metabolizable aparente (EMA) entre 654 y 676 Kcal/kg MS, respectivamente, para muestras de *Leucaena* provenientes de Malawi (D'mello y Thomas, 1981). Información adicional parece ser necesaria sobre el valor energético de la *Leucaena* en aves, en particular para los diferentes tipos de *Leucaena*, los cuales presentan variaciones en el contenido de componentes tóxicos como la mimosina y taninos, que, al parecer, reducen la digestibilidad de los nutrientes de la ración (D'mello y Fraser, 1981). Trabajos preliminares recientemente conducidos, indican valores de EMA, EMAn, EMV, para

la harina de follaje crudo de *Leucaena* de 405, 526, 993 y 842 kcal/kg respectivamente. Es importante, en consecuencia determinar los valores de energía metabolizable ya que la energía representa, cuantitativamente, el componente mas importante en la dieta de los animales y las normas de alimentación animal por lo general, se expresan en relación a las necesidades de energía de los animales.

Estudios realizados por Hill y Dansky (1954), determinaron que la ingestión de alimento en las aves parece estar determinada, en su mayor parte y bajo condiciones específicas, por la concentración energética de la ración siempre y cuando esta sea adecuada en lo que se refiere a los demás nutrientes esenciales y cuando el volumen, textura y palatabilidad de la ración no causen limitaciones en el consumo de las aves.

2.3.3.- Factores antinutricionales.

Las leguminosas son una importante fuente de proteína y energía pudiendo ser utilizadas como ingredientes en raciones para animales. Sin embargo pueden contener una gran variedad de componentes químicos naturales que son capaces de inducir efectos adversos en animales que consumen estas plantas, siendo los monogástricos particularmente susceptibles a la presencia de estos componentes en el alimento. La presencia de algunos de estos componentes en la *Leucaena*, podría explicar en parte la toxicidad derivada de su consumo por diferentes especies animales (D'mello, 1982).

2.3.3.1.- Taninos.

Una limitación que pudiera estar en la *Leucaena* es la existencia de cantidades apreciables de taninos en las hojas (cuadro 10).

Los taninos a nivel intestinal forman complejos con las proteínas impidiendo su degradación. Algunas sustancias, como el hidróxido de calcio en niveles del 0.22%, carbonato de calcio al 1%, han resultado efectivos para disminuir, invitro, los efectos tóxicos de los taninos (Rayaden *et al.*, (1978).

Cuadro 10. Contenido de taninos (g/kg de materia seca) de hojas de *Leucaena*.

Método de análisis	Fuente y tipo de harina de hoja de <i>Leucaena</i>			
	Malawii		Tailandia	
	Secado al sol 1977	Secado al sol 1979	Secado en horno 1979	Secado al sol 1978
AOAC*	21.7	33.6	24.3	25.5
Price y Butler**	13.3	43.6	11.6	15.6

* Expresado como gr de ácido galotánico / kg MS.

** Expresado como gr de catequizas/kg MS

D'mello y Fraser (1981).

2.3.3.2.- Mimosina:

Se ha sugerido que la toxicidad derivada de la *Leucaena* es debido a un aminoácido no proteico denominado mimosina el cual se encuentra en todas las partes de la planta de *Leucaena* (Machado *et al.*, 1978; Jones, 1979). Este aminoácido fue aislado por primera vez de la planta denominada *Mimosa púdica*, de allí su nombre (Rens, 1936), citado por ter Meulen, 1979). Este aminoácido al parecer representa una de las limitaciones de la *Leucaena* para ser utilizada como única fuente de proteína para animales.

El contenido de mimosina en la planta oscila 2-5%, siendo esta variación influida por la especie, variedad, estado de la planta y época de cosecha (Peralta *et al.*, 1980; FIRA, 1980; Machado *et al.*, 1978). Estos autores señalan que la mayor concentración de mimosina en la planta se presenta en las partes tiernas en activo crecimiento, así se encuentra que las hojas tiernas contienen dos o tres veces más mimosina que las hojas maduras y el follaje tierno tres o cuatro veces más mimosina que los tallos.

Muchos aspectos relacionados con la posible toxicidad de la mimosina permanecen sin revelarse (Machado *et al.*, 1978; Ter Meulen *et al.*, 1979). Trabajos en bovinos han permitido definir algunos síntomas causados por niveles tóxicos de mimosina. Entre estos síntomas se incluyen pérdida de peso, caída de pelo, aborto, infertilidad, disminución de secreción láctea, deformaciones fetales y otras anomalías (ter Meulen *et al.*, 1979; Gutiérrez, 1984).

Lin *et al.* (Citados por ter Meulen *et al.*, 1979) plantean que la mimosina probablemente actúa como un análogo de la tirosina que pudiera reemplazar a este aminoácido en la biosíntesis de proteínas in vivo y eventualmente causar síntomas tóxicos.

En ratas, Lin *et al.* (Citados por ter Meulen *et al.*, 1979) encontraron que la adición de 1% de fenilalanina en las dietas que contenían 0.5% mimosina, contrarrestó el 37% de la inhibición del crecimiento causado por mimosina. Mientras que la utilización de 5% de ácido glutámico mostró una respuesta moderada, mientras que la piridoxina (0.025%) no disminuyó el retardo del crecimiento causado por la mimosina.

Por otro lado según Tsai *et al.*, (Citados por ter Meulen *et al.*, 1979) la propiedad de la mimosina de unirse a los metales podría modificar la acción de algunas enzimas que contienen metal, especialmente aquellas que contienen cationes de hierro.

Hegarty *et al.* (1976), encontraron que la mimosina disminuye la absorción de yodo por la tiroides en ratas, mientras que el 3-4 dihidroxipiridina DHP redujo esta absorción en un 50%. El 3-4 DHP causó bocio en ratones, aun cuando estos se alimentaron con dietas altas de yodo, por lo cual los autores sugirieron que el 3-4 DHP puede interferir con el enlace orgánico del yodo más bien que con el mecanismo atrapante del yodo en la glándula tiroidea.

Lowry *et al.* (1983) y Tangendajaja *et al.* (1983), reportan que la mimosina puede ser degradada a 3-4 DHP por los microorganismos del rumen en bovinos y por las enzimas endógenas de la planta de *Leucaena*, mediante una serie de reacciones químicas. El DHP parece ser un inhibidor específico de la función tiroidea y ha sido sugerido como un agente goitrogénico en animales; sin embargo, al parecer es menos tóxico que la mimosina, lo cual indica que la conversión de mimosina a 3-4 DHP para animales no rumiantes alimentados con niveles moderados de *Leucaena* pudiera ser deseable.

2.4.- Posibles soluciones para atenuar la toxicidad de la Leucaena.

2.4.1.- Adición de sales de hierro.

Labadan (1969) observó que la adición de sulfato ferroso a raciones para pollos de engorde, que contenían harina de hojas de Leucaena, resultó en mejoras significativas en incremento de peso y conversión alimenticia de las aves. Los efectos beneficiosos de la suplementación con hierro fueron determinados por Yoshida y Matsumoto *et al.* (Citados por Ross y Springhall 1963), este efecto fue atribuido a la inactivación de la mimosina debido a la formación del complejo hierro mimosina, el cual no puede ser absorbido en el tracto digestivo, y se excreta en las heces (Gloria *et al.*, 1966).

Raciones con 10 y 20% de Leucaena resultaron en una depresión del crecimiento de los pollos y la adición de sulfato ferroso en raciones con 20% de Leucaena no contrarrestó los efectos tóxicos. (Ross y Springhall; 1963).

2.4.2.- Tratamiento térmico de la harina de Leucaena.

Matsumoto *et al.* (Citados por ter Meulen, 1979), encontraron que el tratamiento con calor de la harina de Leucaena mejora su valor nutritivo a través de la destrucción de la mimosina. Este efecto fue mucho mas pronunciado y rápido cuando la temperatura estaba sobre los 70 °C en presencia de humedad, pero no ocurrió cuando las hojas fueron tratadas con calor seco. Así, es aparente que el calor húmedo es mas efectivo para reducir o contrarrestar la toxicidad debido a la mimosina presente en la harina de Leucaena.

2.4.3.- El remojo de las hojas de Leucaena.

Lavar con agua redujo significativamente el contenido de mimosina en la harina de Leucaena (Labadan, 1969). Hojas de Leucaena fueron remojadas en agua durante 36 horas y se encontró que el contenido de mimosina se redujo de 7.2% a 6%, luego del tratamiento de agua (El-Harith *et al.*, 1979).

Raciones con 10, 15 y 20% de harina de follaje de Leucaena lavada y no lavada, (Castillo *et al.* 1964); observaron que el tratamiento de lavado al nivel de 10% fue efectivo para contrarrestar los factores presentes en la Leucaena que deprimen el consumo de alimento,

ganancia de peso, conversión alimenticia y la mortalidad. El tratamiento de lavado no solamente redujo el contenido de mimosina, además mejora la palatabilidad de la ración.

2.5.- Utilización de Leucaena leucocephala en la alimentación animal.

2.5.1.- Animales no rumiantes.

2.5.1.1.- Aves:

Labadan (1969), obtuvo una depresión lineal del crecimiento de pollos alimentados con dietas de 10, 20 y 40% de harina de hojas de *Leucaena* durante un periodo de tres semanas. Cuando las dietas fueron suplementadas con 0.15% y 0.30% de sulfato ferroso hubo una mejora significativa en el crecimiento y en la conversión alimenticia en comparación con las raciones sin sulfato ferroso.

D'mello y Thomas (1978), realizaron un ensayo de 21 días de duración con pollos de engorde y niveles de 5, 10, 15 y 40% de harina de *Leucaena* en la ración reportando un marcado retraso en el crecimiento y bajo consumo de alimento cuando se incorporó *Leucaena* en niveles de 5 y 10% en las raciones. A niveles de 15 y 40% los resultados fueron más adversos; sin embargo, en la segunda semana de edad los incrementos de peso y eficiencia de conversión alimenticia de las raciones con 5 y 10% de *Leucaena* fueron iguales que para el grupo control.

En investigaciones realizadas (Mateos *et al.*, 1970) evaluaron el efecto de incorporar en raciones para ponedoras 30% de harina de *Leucaena* durante 8 semanas, utilizando pollas Leghorn. Los regimenes dietéticos incluyeron una ración basal sin *Leucaena*, ofrecida ad libitum o restringida y la misma dieta basal pero con 30% de *Leucaena* adicionada. Los resultados semanales para producción de huevos se presenta en el cuadro 11 los resultados indican que la dieta con 30% de *Leucaena* resulto en valores bajos de producción de huevos y consumo de alimentos; sin embargo, se aprecia que la producción de huevos de las aves alimentadas con la dieta que contenía *Leucaena leucocephala*, aumento la producción de huevos a medida que transcurrió el periodo experimental, siendo similar a la producción obtenida con la dietas básales a la octava semana.

Vohra *et al.* (1972), realizaron un experimento durante cinco semanas con gallinas ponedoras y codornices, utilizando raciones con 15% de proteína cruda y 2,820 kcal de EM/kg de alimento que contenía harina de hojas de *Leucaena* en niveles de 0, 5, 10 y 20%. Los resultados indicaron una reducción en los pesos corporales de las gallinas que consumieron harina de *Leucaena* en la ración; la producción de huevos en gallinas no fue influenciada por la incorporación de 20% de harina de *Leucaena* en la ración a una temperatura ambiental de 20 °C. Pero si hubo una reducción significativa a una temperatura de 10 °C. Al parecer, la variedad de *Leucaena* utilizada fue una de bajo contenido de mimosina, lo cual pudiera explicar la ausencia de efectos tóxicos marcados.

Ross y Sprinhall (1963), señalaron que en un experimento realizado durante 6 meses con gallinas ponedoras consumiendo niveles de 5, 10, y 15% de harina de hojas de *Leucaena* tratadas con sulfato ferroso, no se presentaron efectos adversos sobre la producción de los huevos aun cuando, las gallinas perdieron peso con el uso de 10% de harina de *Leucaena* en la ración.

Cuadro 11. Efecto de una dieta basal (ad libitum o restringida) sola o con 30% de *Leucaena leucocephala* adicionadas sobre la producción de huevos (%).

Semana	Dietas 1/		
	30% LL	B.R.	B.A.
3	28.5	49.2	39.6
4	39.6	63.4	60.3
5	52.3	68.2	92.8
6	52.3	68.2	89.2
7	63.4	68.2	82.1
8	73.2	80.3	78.5
Promedios	51.6	66.3	73.8

1/ B.R.: basal restringido; B.A.: basal ad libitum.

Mateos *et al.* (1970).

2.5.1.2.- Cerdos:

Al utilizar la Leucaena en la alimentación de cerdos se han obtenido resultados satisfactorios en dietas para crecimiento y engorde, con niveles de hasta 30% de Leucaena (FIRA, 1980). Sin embargo, otros autores han reportado efectos negativos. Owen (1958), reportó pérdida de pelo en cerdos criados con diferentes dietas de harina de Leucaena; también cerdas alimentadas con raciones que contenían 15% de Leucaena redujeron la tasa de concepción y el tamaño y peso de las camadas.

2.5.2.- Rumiantes:

Los primeros reportes de la utilización de la Leucaena para la producción de carne datan de los años 40. Henke y Buró (Citados por ter Meulen *et al.*, 1978), reportan que la Leucaena es aceptablemente consumida por el ganado bovino, aunque puede tomar unos cuantos días para acostumbrarse al pastoreo de esta leguminosa.

Hasta la fecha se han realizado numerosos trabajos para utilizar la Leucaena en la producción de carne o la crianza de novillos, utilizada de varias formas: como principal componente del pastizal asociado o combinado a pastos naturales o cultivados y utilizados como suplemento tanto al pasto como a otras dietas (Machado *et al.*, 1978).

Trabajos realizados han reportado ganancias de peso adecuadas en bovinos, pero el uso masivo de la Leucaena como alimento para bovinos esta limitado debido a la mimosina; ter Meulen *et al.*, (1979) reportaron problemas tales como infertilidad, perdida de pelo, desarrollo de bocio, mortalidad de terneros; sin embargo, la mayoría de los efectos fueron reversibles y pueden verse lo suficientemente temprano para que la Leucaena pueda ser eliminada de la dieta del ganado y permitírsele su recuperación (ter Meulen *et al.*, 1979); Machado *et al.*, 1978; FIRA, 1980 y Jones, 1979.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Metodología de campo.

3.1.1.- Localización

La investigación se realizó en las instalaciones del Módulo Avícola de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz. Este se encuentra a una latitud de 13°28' 03" norte, una longitud de 89° 05' 08" oeste, a una elevación de 50 msnm, con una temperatura mínima de 22.3°C y una máxima de 33°C, con una humedad relativa del 73% y una precipitación anual promedio de 1,700 mm/año.

3.1.2.- Duración.

La duración del experimento estuvo condicionada a los requerimientos del peso en libra del mercado local de las aves donde fueron comercializadas. Razón por la cual las aves fueron desarrolladas hasta las cinco semanas de vida (35 días) edad en que fueron sacrificadas comprendido ente los meses de Julio a Agosto de 2008, la cual se desarrolló en una sola fase.

3.1.3.- Instalaciones y equipo.

3.1.3.1.- Galera avícola.

Los pollos fueron alojados en una galera avícola de dos aguas con dimensiones de 10 metros de largo por 8 metros de ancho, con piso en cementado, pretil de bloques de concreto con paredes de malla galvanizada y techo de lamina aluminio zinc. Al interior de estas se construyeron 26 corrales de 1.20 metros de largo por 1 metro de ancho por 90 cm. de altura para cada módulo que tenia tela de gallinero de ¾ de pulgada (1.95 cm) de diámetro, donde se ubicaron las unidades experimentales, a la vez sirviendo estos como cuartos de cría.

3.1.3.2.- Fuente de calor o iluminación.

Al momento de recibir los pollos se utilizó como fuente de calor 26 focos de 40 watts a una altura de 60 centímetros, con el objetivo de lograr una temperatura adecuada en el área. La iluminación consistió en el uso de 4 focos de 100 watts para toda la galera, colocados a una

altura de 3.2 metros y separados a una distancia de 3 metros una del otro. El programa de iluminación utilizado fue de 24 horas luz continua durante los primeros 15 días.

3.1.3.3.- Comederos.

Durante el ensayo se utilizaron 26 comederos colgantes plásticos de 19" (47.5 cm) de diámetro, los cuales se fueron elevando gradualmente, siendo utilizado uno por cada corral con lo que se alimentaban 6 pollos con cada uno.

3.1.3.4.- Bebederos.

Durante el ensayo se utilizaron 26 bebederos plásticos tipo campana con capacidad de 1 galón (3.785 litros) de agua cada uno, para cada corral, elevándose estos de acuerdo al crecimiento de las aves y llenados 2 veces al día.

3.1.3.5.- Basculas.

En el desarrollo del ensayo se utilizaron 2 tipos de bascula, (una de plato con capacidad de 500 gramos y la otra bascula tipo reloj con capacidad de 40 libras), usándose ambas para el pesaje de aves, alimento ofrecido y el alimento rechazado.

3.1.4.- Aves utilizadas.

Se utilizaron 156 pollos de engorde de la línea Hubbard, de un día de edad sexados, mitad machos y mitad hembras.

3.1.5.- Preparación y limpieza de la galera.

Se retiró todo el equipo utilizado por el lote anterior, la pollinaza fue retirada, se limpió el polvo y telarañas de techo y paredes, el piso y el pretil fue lavado con agua y detergente hasta retirar la suciedad; se flameó toda la tela galvanizada y paredes. Luego para realizar la desinfección se utilizó una solución de formalina al 10% que se aplicó con una bomba de mochila con capacidad de 5 galones (5 x 3.785 litros), rociando el techo paredes internas y externas, el piso y la tela galvanizada. Luego se aplicó una capa de cal con agua. Posteriormente ya secado el piso y construidos los 26 corrales, donde se ubicaron las unidades experimentales, se procedió a colocar una cama de granza de arroz de 3-5 cm de espesor.

3.1.6.- Recibimiento de los pollos.

Al momento de recibir las aves se realizó el primer control de peso y separación (6 hembras en bloque A y 6 machos en bloque B), luego se colocaron en su respectivo modulo, se ofreció agua con electrolitos con el fin de proporcionarles energía y así reducirles el estrés causado por el transporte. Dos horas más tarde se les ofreció el alimento elaborado según tratamiento correspondiente.

3.1.7.- Vacunación.

Al séptimo día de edad, se les vacuno contra New Castle (cepa B1), una gota al ojo, y al día siguiente se les proporciono electrolitos para reducir el estrés provocado. Repitiendo la vacunación a los 21 días de edad, suministrando vacuna contra New Castle y Bronquitis.

3.1.8.- Control de peso.

El peso de las aves fue tomado desde su recibimiento y se continuo efectuándose en ayunas cada 7 días en forma individual para cada una de las unidades experimentales. Hasta el día del sacrificio.

3.1.9.- Alimento utilizado

3.1.9.1.- Preparación de la harina de follaje de Leucaena.

En la formulación de las raciones experimentales se utilizó una harina de follaje de Leucaena (*Leucaena leucocephala*), preparada con follajes frescos de la variedad Salvadoreña provenientes del Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDA), ubicado en el Km 66 vía litoral, Cantón Santa Cruz Porrillo, Departamento de San Vicente.

El follaje estuvo representado por las hojas, pecíolos y partes inmaduras del tallo. El follaje fresco fue cosechado a mano y dividido en dos porciones, las cuales se sometieron a diferentes procesamientos. Una porción del follaje fresco se denominó “follaje crudo” ya que no se sometió a ningún proceso, fue extendido sobre piso de cemento en capas no mayores de 5 cm. de espesor y secado al sol durante 48 horas y posteriormente convertido en harina con la ayuda de un molino (molino de martillo de 35 HP). Otra fracción del follaje fue tratada con agua, de acuerdo al método descrito por Labadan (1969). El follaje crudo fue sumergido en agua

(proporción follaje: agua igual a 10:1) durante 28 horas y luego fue exprimido para remover el exceso de agua y secado al sol por 48 horas. El producto así logrado se denominó “follaje lavado”.

Una porción del follaje de *Leucaena* cruda le fue incorporado sulfato ferroso en porciones de 0.5 y 1%. (Raciones con sulfato ferroso al 0.5 y 1%, no se contempla en la formulación de las raciones, debido a que este se incorpora como un aditivo, no como un ingrediente de la misma.).

Una vez molidos los follajes de acuerdo al procesamiento a que se les sometió, fueron mezclados y utilizados posteriormente en los ensayos con las aves. En caso de no contar una mezcladora unas veces incorporados todos los ingredientes de la ración se puede mezclar homogéneamente con pala.

3.1.9.2.- Raciones experimentales.

Todas las dietas evaluadas que contenían harina de follaje de *Leucaena* fueron formuladas a partir de una dieta control base de harina de Maíz y soya, como ingredientes fundamentales. El follaje de *Leucaena* fue incorporado en las raciones en cantidades requeridas para sustituir el 5, 10 y 15% de la proteína aportada por la soya; para lograr este propósito fue necesario incluir 3.36%, 6.72% y 10.08% de las harinas de follaje de *Leucaena* (cruda, con o sin 0.5 y 1.0 % de sulfato ferroso y lavada) en las dietas. La composición química de estas harinas (cuadro 12), fue utilizada para calcular el contenido nutritivo de las raciones, las cuales fueron formuladas para ser isocalóricas (2900Kcal) e isoproteicas (22% de proteína cruda).

La composición de las raciones experimentales se presenta en el cuadro 13.

Todas las raciones, cumplieron con las especificaciones nutricionales recomendadas (NRC, 1976), como requerimientos para pollos de engorde.

3.1.10.- Pesaje del alimento.

El alimento fue pesado en forma diaria, y se procedió a determinar el consumo real restando lo ofrecido menos lo retirado.

3.2.- Metodología estadística.

3.2.1.- Diseño estadístico.

Para el ensayo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (A y B) con doce tratamientos y un testigo absoluto, para cada bloque contenía seis repeticiones de pollos por tratamiento. Y separados en machos y hembras. La prueba estadística utilizada fue la de Duncan para comparar las medias de los tratamientos.

Cuadro 12. Composición bromatológica (%) de las materias primas usadas en el experimento.

Componente	Maíz	Soya	Leucaena Cruda	Leucaena Lavada
Materia seca	-	-	-	-
Proteína cruda	12.02	46.68	24.53	24.43
Extracto etéreo	-	-	4.49	3.41
Fibra cruda	-	-	15.78	19.80
Extracto libre de Nitrógeno	-	-	52.20	52.36
% humedad total	9.61	10.44	9.00	9.75

Laboratorio de química agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, 18/06/08.

3.2.2.- Descripción de los tratamientos.

Para este estudio se trato con doce tratamientos y un testigo absoluto, los cuales consistieron en la complementación de diferentes porcentajes de harina de Leucaena en el concentrado formulado, mientras que el testigo absoluto sólo se le suministró concentrado formulado y elaborado semicomercialmente.

Cuadro 13. Composición (%) y análisis calculado de las raciones evaluadas en el experimento.

Ingredientes	Basal	% de sustitución de proteína de la dieta		
		5	10	15
Harina				
Maíz amarillo	62.54	59.79	55.82	51.90
soya	33.98	32.79	31.81	30.83
Leucaena cruda y lavada.	-	3.36	6.72	10.08
Aceite de palma	-	1.31	2.99	4.68
Carbonato de calcio	2.18	1.46	1.30	1.31
Sal común	0.50	0.5	0.5	0.5
Fosfato di cálcico	0.60	0.62	0.65	0.67
Vitaminas y minerales	0.20	0.20	0.20	0.20
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00
VALOR DE LAS RACIONES*	\$21,48	\$ 21.96	\$ 21.58	\$ 21.71
Análisis calculado:				
Proteína cruda	22	22	22	22
EM (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900

* Raciones con sulfato ferroso con 0.5% de adición incrementan \$0.01 ctvs.

* Raciones con sulfato ferroso con 1% de adición incrementan \$0.02 ctvs.

* Raciones con sulfato ferroso al 0.5 y 1%, no se contempla en la formulación de las raciones, debido a que este se incorpora como un aditivo, no como un ingrediente de la misma.

Los niveles o tratamientos evaluados fueron los siguientes:

TESTIGO	T ₀	El testigo absoluto se alimento con concentrado elaborado de acuerdo a las necesidades nutricionales de las aves al cual no se le adicono harina de hojas de Leucaena.
TLC	5% 10% 15%	Se alimento con Leucaena cruda adicionada al concentrado en porcentajes que correspondieron al 5%, 10% y 15% de la proteína que aporta la harina de soya.
TSF(0.5%)	5% 10% 15%	Se alimento con Leucaena cruda mas el 0.5% de sulfato ferroso adicionada al concentrado en porcentajes que correspondieron al 5%, 10% y 15% de la proteína que aporta la harina de soya.
TSF (1%)	5% 10% 15%	Se alimento con Leucaena cruda más el 1% de sulfato ferroso adicionada al concentrado en porcentajes que correspondieron al 5%, 10% y 15% de la proteína que aporta la harina de soya.
TLL	5% 10% 15%	Se alimento con Leucaena lavada adicionada al concentrado en porcentajes que correspondieron al 5%, 10% y 15% de la proteína que aporta la harina de soya.

3.2.3.- Modelo estadístico.

El modelo estadístico del diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = características bajo estudio observados en la repetición “j”, en donde se aplica el tratamiento “i”.

μ = media experimental

T_i = efecto del porcentaje de harina de hojas de Leucaena "i".

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

E_i = error experimental

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

i = 1, 2, 3,..., a = número de tratamientos.

j = 1, 2, 3,..., r = número de repeticiones de cada tratamiento.

(Nuila de Mejía 1990).

3.2.4.- Distribución estadística

FUENTES DE VARIACION	GL	(G.L)
Tratamiento	a-1	12
Bloques	(r-1)	1
Error experimental	(t-1)(r-1)	12
TOTAL	an - 1	25

Donde:

a= numero de tratamientos

n= numero de observaciones.

3.2.5.- Parámetros evaluados.

3.2.5.1.- Peso vivo promedio semanal.

Este se registró cada semana al pesar seis unidades experimentales por tratamiento en horas de la mañana, cuando los pollos se encontraban en ayunas, a fin de evitar una distorsión en los pesos.

3.2.5.2.- Consumo real de alimento.

Se determinó por la cantidad de alimento ofrecido menos la cantidad de alimento retirado al siguiente día, para los 6 pollos del tratamiento.

3.2.5.3.- Incremento de peso semanal.

Se obtuvo a través de la diferencia de peso al final de la primera semana menos el peso al primer día de recibido, para obtener así el incremento para la primera semana, y así sucesivamente para las semanas posteriores.

3.2.5.4.- Conversión alimenticia.

Esta fue determinada por medio de los datos del consumo de alimento entre el incremento de peso semanal.

3.2.5.5.- Estudio comparativo de costos e ingresos.

Tuvo como propósito determinar cuales de los tratamientos evaluados produjo mayores beneficios con base a los costos totales de carne de pollo producido: los cuales se pueden analizar de las siguientes definiciones:

Costos variables: es un presupuesto parcial que incluye los costos que varían entre un tratamiento y otro, los cuales son: insumos, mano de obra y transporte.

Ingresos: resulta de la venta de pollos en canal al final de la quinta semana a precio de mercado.

Beneficio neto: se obtuvo de la diferencia de restar los costos a los ingresos, lo cual indica la utilidad que ese puede obtener por unidades producidas (libras de pollos).

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

Efectos de las harinas de follaje de *Leucaena* cruda (Con o sin sulfato ferroso) y lavada, sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde.

4.1 Consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y desarrollo de algunos órganos.

Al analizar los resultados acumulados de la semana 0 - 5, los cuales se observan en el cuadro 14 y las figuras que ilustran los resultados obtenidos se presentan en la figura 1, 2 y 3; donde se observa que hubo un mayor consumo de alimento para los tratamientos de TLC 5% (hembras) y TSF 0.5% al 5% de incorporación (machos y hembras). Mientras que los tratamientos TSF 1% con 5% y TLL al 5% en machos y hembras, tuvieron consumo similar al grupo control.

Con respecto a la ganancia de peso los tratamientos TSF (0.05 y 1%) con 5% de incorporación y el TLL al 5% fueron similares al grupo control.

En la variable conversión alimenticia se puede observar que únicamente los tratamientos TLL al 5% de incorporación y el TSF (1%) con 5% de incorporación fueron similares al grupo control, de los datos observados en este cuadro podemos concluir que el tratamiento de *Leucaena* lavada al 5% es el que presenta parámetros productivos satisfactorios

Los resultados del análisis estadístico de los datos para consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia, semanal y acumuladas se presentan en los cuadros del 14 al 19. En ellos se nota que se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, para todos los parámetros señalados.

CUADRO 14. ACUMULADO DE 0-5 SEMANAS DE EDAD.											
HEMBRAS		Consumo de alimento gr/ave	Ganancia de peso gr./ave	Conversión alimenticia	MACHOS		Consumo de alimento gr/ave	Ganancia de peso gr./ave	Conversión alimenticia		
TESTIGO	A	2047,94 cd	1176,57 ab	1,74 ab	TESTIGO	B	2076,20 bc	1146,03 ab	1,81	ab	
TLC	5%	2108,80 ab	938,01 cd	2,25 cd	TLC	5%	2076,55 bc	941,29 f	2,21	cd	
	10%	1964,80 cd	827,11 de	2,38 de		10%	2011,92 cd	842,92 fg	2,39	de	
	15%	1416,38 f	353,29 f	4,01 f		15%	1369,24 h	357,68 i	3,83	g	
TSF (0.5%)	5%	2263,45 a	1104,75 bc	2,05 bc	TSF (0.5%)	5%	2243,07 a	1073,71 bc	2,09	c	
	10%	2112,08 ab	954,32 cd	2,21 cd		10%	2185,57 a	926,06 ef	2,36	de	
	15%	1721,50 fe	690,65 ef	2,49 ef		15%	1663,32 gh	709,97 cd	2,34	cd	
TSF (1%)	5%	2037,94 cd	1085,64 bc	1,88 bc	TSF (1%)	5%	1976,15 de	1094,75 bc	1,81	ab	
	10%	2035,91 cd	987,04 cd	2,06 cd		10%	2073,13 bc	1039,29 cd	1,99	bc	
	15%	1755,17 fe	629,65 ef	2,79 ef		15%	1809,53 fg	637,12 hi	2,84	f	
TLL	5%	2066,52 bc	1241,2 a	1,66 a	TLL	5%	2109,26 ab	1252,78 a	1,68	a	
	10%	2021,75 cd	972,04 cd	2,08 cd		10%	1925,08 ef	1001,47 de	1,92	bc	
	15%	1995,21 cd	843,1 de	2,37 de		15%	1878,60 fg	791,8 f	2,37	cd	

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01)

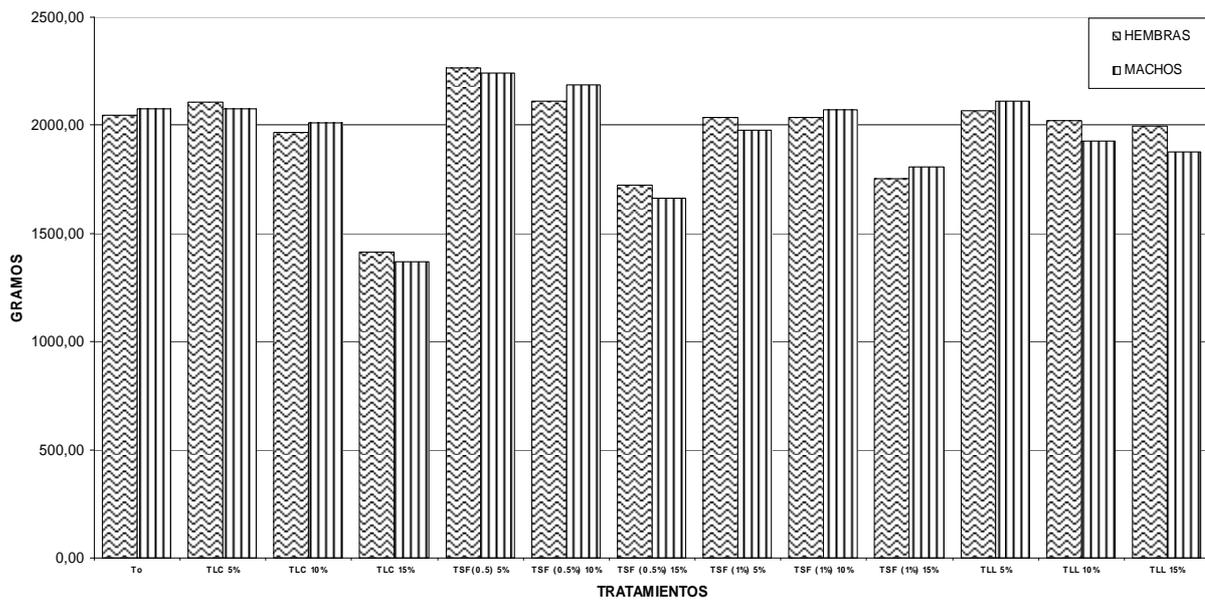


FIGURA 1.- CONSUMO DE ALIMENTO (CA), ACUMULADO 0-5 SEMANAS DE EDAD

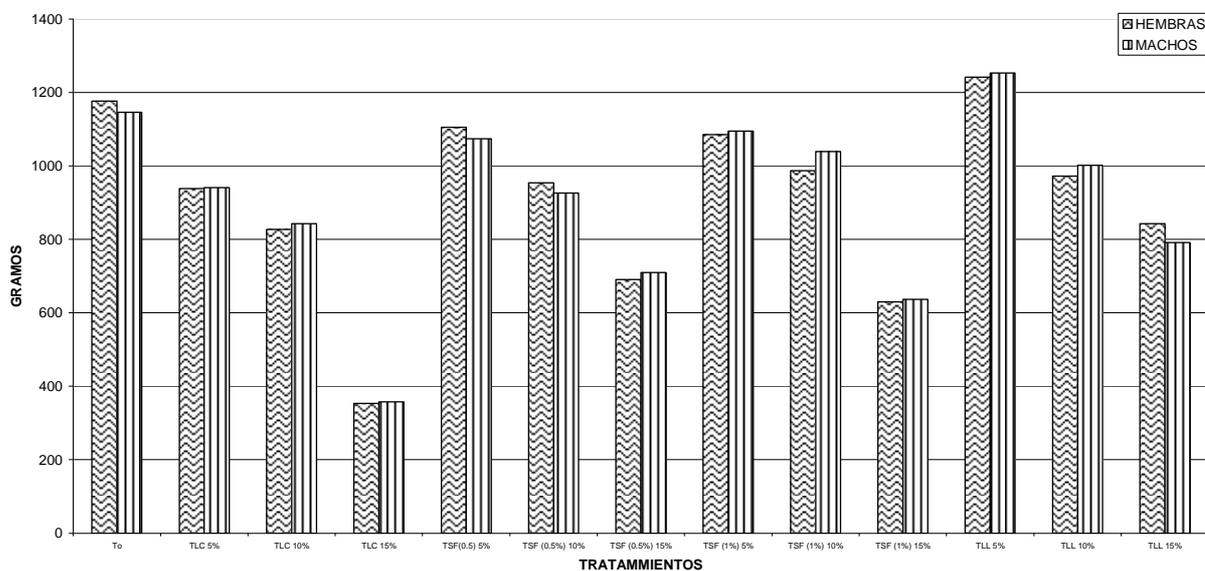


FIGURA 2.- INCREMENTO DE PESO (IP), ACUMULADO 0-5 SEMANAS DE EDAD

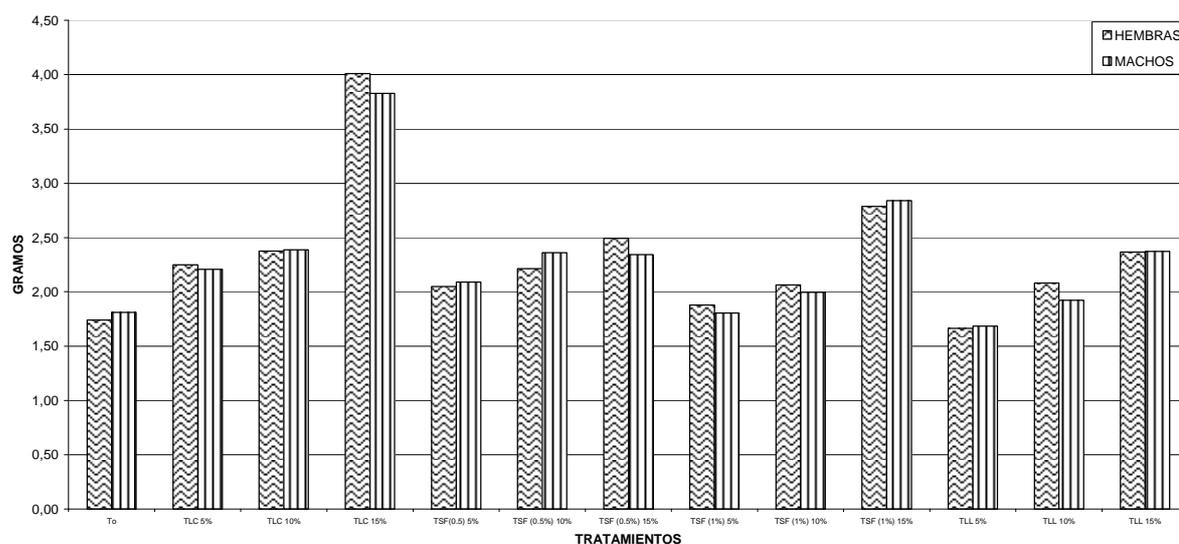


FIGURA 3.- INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA (ICA), ACUMULADO DE 0-5 SEMANAS DE EDAD

Al final de la primera semana (Cuadro 15) ya se evidenciaron diferencias significativas para consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia entre las dietas, sin embargo, todas las raciones con 5% de follaje de *Leucaena* resultaron similares. A este nivel no se apreciaron mejoras con la adición de sulfato ferroso o el proceso de lavado.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por ter Meulen *et al.* (1983), Vhora (1972) y Gerpaces *et al.* (1967), quienes reportan resultados similares a la ración control con dietas que contenían niveles variables de hoja de *Leucaena* aunque en sus estudios, los niveles eran de alrededor del 10% de la ración. Por su parte, Labadan (1969) y Molina (1953) observan un deterioro significativo del consumo de alimento con dietas que contenían 7.5% de hojas de *Leucaena*; sin embargo, el material foliar por ellos utilizado era de un elevado contenido de mimosina por la variedad de *Leucaena* que utilizaron.

CUADRO 15. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de *Leucaena* cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. De 0 a 1 semana de edad.

HEMBRAS		Consumo de alimento (gr/ave)	Incremento de peso (gr/ave)	Conversión alimenticia	MACHOS		Consumo de alimento (gr/ave)	Incremento de peso (gr/ave)	Conversión alimenticia
TESTIGO	A	137,15 ab	120,59 a	1,14 ab	TESTIGO	B	146,10 a	120,59 a	1,21 ab
TLC	5%	129,86 ce	107,29 bc	1,21 abc	TLC	5%	132,42 bc	89,85 efg	1,47 cde
	10%	134,21 bc	83,94 ef	1,60 fgh		10%	134,78 b	107,59 bc	1,25 ab
	15%	132,42 cd	56,75 h	2,33 ghi		15%	129,36 def	55,8 ij	2,32 efg
TSF (0.5%)	5%	134,78 bc	107,65 bc	1,25 cd	TSF (0.5%)	5%	132,42 bc	105,22 bcd	1,26 ab
	10%	127,69 cdi	92,22 de	1,38 cde		10%	130,05 cde	91,98 def	1,41 bcd
	15%	148,97 a	58,17 h	2,56 hig		15%	130,65 bcd	68,4 hi	1,91 def
TSF (1%)	5%	127,69 cde	105,21 bcd	1,21 abc	TSF (1%)	5%	120,59 ghi	108,13 bc	1,12 a
	10%	132,42 cd	102 cde	1,30 cd		10%	127,69 efgi	92,76 def	1,38 bcd
	15%	118,23 fg	76,83 fg	1,54 efg		15%	113,78 hij	72,12 hi	1,58 cde
TLL	5%	127,69 cde	120,59 a	1,06 a	TLL	5%	132,32 bc	118,76 ab	1,11 ab
	10%	137,65 ab	112,32 ab	1,23 bcd		10%	122,96 fgh	102,22 bcd	1,20 ab
	15%	120,59 ef	85,15 ef	1,42 def		15%	120,59 ghi	94,58 cde	1,28 bc

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01).

El nivel de 5% de follaje de *Leucaena* resultó en una disminución ($P < 0.01$) del consumo e incrementó de peso con follajes de *Leucaena* cruda, cruda con 0.5% de sulfato ferroso y lavada, con respecto al testigo. Solo la suplementación con 1% de sulfato ferroso y el tratamiento de lavado del follaje de *Leucaena* crudo fueron efectivos para contrarrestar esta disminución del consumo. En consecuencia, estas dos dietas resultaron en incrementos de peso y conversiones similares al control.

Los resultados indican claramente que el nivel de 15% de follaje de *Leucaena* resulta incompatible con un eficiente comportamiento productivo de los pollos de engorde, ya que todas las raciones con este nivel fueron inferiores al testigo. Este efecto no fue solo el resultado de un menor consumo de alimento, ya que la ración con 15% de follaje de *Leucaena* lavada mostró un consumo similar a la ración con 5% de follaje de *Leucaena* cruda. Sin embargo, produjo incrementos de peso que fueron solo el 70% de la ganancia obtenida con este último nivel. Esto indica que parte del efecto negativo sobre la ganancia de peso de las aves es mediado por una disminución en el consumo, pero aparentemente existen otros factores probablemente como el manejo agronómico del cultivo, especies de la planta, procesos de secado y lavado del follaje y otros que interfieren con la utilización de los nutrientes de la ración para crecimiento.

A partir de la segunda semana de vida de los pollos (Cuadro 16), el consumo de las raciones con 5% de follaje de *Leucaena* se incrementó ($P < 0.01$) por encima del consumo de grupo control. Es posible que las aves hayan aumentado el consumo de alimento en un intento por compensar la menor disponibilidad de nutrientes debido al contenido de fibra presente en las raciones, la cual aumenta la velocidad de pasaje a través del intestino y no permite una normal asimilación de los nutrientes presentes en la dieta las cuales eran isoproteicas e isoenergéticas. Esta respuesta en condiciones similares ha sido documentada por otros autores (Savory y Gentle, 1977; Deaton *et al.* 1977; Wiss y Scott, 1975). Este mayor consumo estuvo acompañado de una mayor ingestión de otros nutrientes que pueden ser medidos con procedimientos especiales y que explica en parte, la mayor ganancia de peso de los grupos que recibieron las raciones con 5% de follaje de *Leucaena*.

La adición de sulfato ferroso a las raciones con follaje de *Leucaena* crudo resultó beneficioso para aumentar el consumo de alimento, en particular la suplementación de 1% de sulfato ferroso a las raciones con 5% y 10% de follaje de *Leucaena*, cuyos consumos fueron significativamente similares al control ($P < 0.01$) y promovieron ganancias de pesos análogos a esta ración basal. El nivel de 15% con 1% de sulfato ferroso resultó en un consumo equivalente al basal aunque el incremento de peso fue solo el 0.55% de la ganancia del grupo basal ($P < 0.01$). Respuesta similar fue obtenida con el follaje de *Leucaena* lavada; el consumo de alimento de los grupos 5%, 10% y 15% de follaje tuvieron a la segunda semana consumos estadísticamente superiores al basal, pero solo las ganancias de peso de los dos primeros niveles resultaron similares al grupo control. Es evidente que la eficiencia de utilización del alimento se deteriora a niveles de follaje superiores al 10%.

CUADRO 16. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 1 - 2 semanas de edad.									
HEMBRAS		Consumo de alimento (gr/ave)	Incremento de peso (gr./ave)	Conversión alimenticia	MACHOS		Consumo de alimento (gr/ave)	Incremento de peso (gr./ave)	Conversión alimenticia
TESTIGO	A	234,29 bcd	134,78 ab	1,74 a	TESTIGO	B	239,02 bcd	122,96 bc	1,94 ab
TLC	5%	271,73 ab	120,96 bc	2,25 cd	TLC	5%	265,82 ab	118,77 cd	2,24 cd
	10%	255,38 ab	101,68 cd	2,51 de		10%	248,28 bc	108,77 de	2,28 cd
	15%	165,52 gh	46,55 gh	3,56 ef		15%	129,36 h	53,26 g	2,43 g
TSF (0.5%)	5%	271,93 ab	143,77 ab	1,89 abc	TSF (0.5%)	5%	255,38 ab	132,42 ab	1,93 ab
	10%	241,19 bc	137,15 ab	1,76 abc		10%	291,19 a	126,21 bc	2,31 cd
	15%	229,83 cde	94,58 de	2,43 de		15%	198,63 def	106,41 de	1,87 ab
TSF (1%)	5%	251,33 ab	138,23 ab	1,82 ab	TSF (1%)	5%	248,38 bc	130,05 ab	1,91 ab
	10%	196,26 fg	87,49 ef	2,24 cd		10%	255,33 ab	111,14 cd	2,30 cd
	15%	213,01 def	54,39 g	3,92 g		15%	151,33 gh	69,11 gh	2,19 cd
TLL	5%	241,14 bc	133,5 bc	1,81 ab	TLL	5%	232,27 bcd	137,15 a	1,69 a
	10%	217,54 def	92,22 de	2,36 cd		10%	222,92 cde	99,31 ef	2,24 cd
	15%	196,26 fg	85,13 ef	2,31 cd		15%	199,00 def	87,49 f	2,27 cd

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01)

El comportamiento de las aves al final del experimento (0 – 5 semanas) se observa en el cuadro 14. La respuesta global de las semanas parciales se mantiene y puede resumirse de la siguiente manera:

1.- El consumo de alimento de todas las raciones con 5% de follaje de Leucaena no presentaron diferencias significativas con respecto al grupo control. Sin embargo, no todos los grupos presentaron incrementos de peso similares al testigo, ya que el grupo que consumió follaje de Leucaena cruda con 5% de incorporación, fue inferior ($P<0.01$), mientras que el grupo que consumió follaje de Leucaena lavada con 5% de incorporación fue superior ($P<0.01$).

2.- Todos los grupos que recibieron raciones con 10% y con 15% de follaje de Leucaena presentaron ganancias de peso inferiores ($P<0.01$) al control; esto, a pesar de que los tratamientos con follaje de Leucaena cruda, cruda más 1% de sulfato ferroso y lavada al 10% mostraron consumos similares al control.

3.- La suplementación con sulfato ferroso no fue efectiva para mejorar el comportamiento productivo de las aves. Sin embargo, a niveles altos de follaje, 10% y particularmente 15%, se mejora significativamente la conversión alimenticia en comparación con niveles equivalentes de follaje de Leucaena lavada.

4.- Con respecto al efecto sexo (Separación de machos y hembras) se observa en el transcurso de las cinco semanas que duró el experimento tanto en machos como en hembras, una similitud en el consumo de alimento, aumento de peso y conversión alimenticia lo cual se puede observar en el cuadro 14. Esto se puede deber a, que al tener separados machos y hembras no hubo competencia por el alimento ni por el agua por la dominancia del macho sobre la hembra, pudiendo ser esta una razón por la que hay semejanza en los pesos, consumo de alimento y conversión alimenticia en los machos y hembras.

5.- Con relación al rendimiento en canal, puede observarse que de todos los tratamientos evaluados (cuadro 18), el mayor rendimiento en canal se obtuvo en el tratamiento de Leucaena

lavada al 5% (29.96 lb) (13.62 kg); los peores rendimientos se observan en aquellos tratamientos que tienen 15% de incorporación de follaje de *Leucaena* cruda con o sin sulfato ferroso al 0.5 y 1% y follaje de *Leucaena* lavada.

4.2.- Análisis de los órganos.

Para efecto de análisis de los órganos, se trabajó con el valor promedio de machos y hembras según el tratamiento correspondiente. En el cuadro 17 se resume la información concerniente al peso de molleja, corazón, hígado, páncreas y bazo, en respuesta a las diferentes dietas experimentales.

Los pesos de la molleja muestran una tendencia lineal a aumentar con cada incremento de follaje en la ración (Cuadro 17). Este efecto es más notorio en los grupos que presentaron un mayor consumo de alimento. No es posible determinar si este efecto es consecuencia de algunos componentes del follaje de la *Leucaena* o resulta de un mayor consumo de fibra proveniente del follaje. Varios estudios han mostrado un mayor desarrollo de algunos órganos digestivos, incluyendo molleja, como respuesta a un mayor consumo de fibra en la ración (León, 1976; Deaton *et al.*, 1977, 1979; Montenegro, 1985). La asociación observada del desarrollo de la molleja con el consumo de alimento, tiende a favorecer esta última posibilidad.

En relación al peso del corazón, aun cuando se aprecian diferencias significativas entre tratamientos, no es posible discernir un efecto claro que pueda ser atribuido al consumo de follaje de *Leucaena*. Sin embargo, el aumento lineal del corazón observado con el follaje de *Leucaena* cruda, merece ser investigado adicionalmente.

El peso del hígado y bazo tampoco muestran una respuesta a las dietas evaluadas; no obstante ambos órganos tienden a disminuir su peso en relación con el basal. Estos miembros son fisiológicamente muy activos en los procesos de desintoxicación e inmunitarios respectivamente, y es probable que sean afectados por los posibles tóxicos presentes en la *Leucaena*.

En relación al páncreas, solo en el caso del 15% del follaje de Leucaena crudo y con 0.5% de sulfato ferroso, se mostró un peso superior al basal ($P < 0.01$). Esta respuesta corresponde con las dietas en las cuales existe mayor probabilidad de confrontar un consumo mayor de mimosina. Si el efecto inhibitorio de la mimosina sobre la quimi tripsina observado por Hongo y Tawata (1985), tuvo lugar, es posible que la hipertrofia del páncreas haya tenido lugar en el presente ensayo, en un intento por aumentar su actividad secretora de enzimas pancreáticas. Esta respuesta sería similar a la observada repetidamente, en casos de ingestión de leguminosas no procesadas (Liener, 1980)

CUADRO 17.- % del peso de vísceras de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de harina de follaje de Leucaena cruda, lavada y tratada con sulfato ferroso al 0.5 y 1%.										
DIETAS/NIVELES LC (%)		g/100 g de peso								
		MOLLEJA		CORAZON		HIGADO		PANCREAS		BAZO
TESTIGO	0%	3,91	ijklmn	0,54	bcd	2,65	ab	0,31	cdef	0,18 a
TLC	5%	4,33	hijklm	0,48	efghi	2,48	abc	0,26	efghij	0,11 abc
	10%	5,20	abcdef	0,52	bcdef	2,30	cdef	0,26	efghij	0,1 bcd
	15%	5,65	abcd	0,69	a	2,53	abc	0,38	ab	0,07 bcdef
TSF (0.5%)	5%	4,46	hijk	0,51	bcdefg	2,17	efghi	0,29	defgh	0,07 bcdef
	10%	4,85	efgh	0,56	bc	2,05	ghijklm	0,27	efghi	0,09 bcdef
	15%	5,61	abcd	0,53	bcde	2,46	abcde	0,40	a	0,07 bcdefg
TSF (1%)	5%	4,52	ghij	0,42	j	2,38	abcdef	0,30	defg	0,09 bcde
	10%	4,73	efghi	0,46	ghij	2,09	fghijk	0,27	efghi	0,08 bcdef
	15%	5,75	ab	0,52	bcdef	2,20	defgh	0,35	abcd	0,09 bcde
TLL	5%	4,43	hijkl	0,48	efghi	1,90	ijklm	0,25	ghijk	0,08 bcdef
	10%	5,36	abcde	0,57	b	2,66	a	0,37	abc	0,12 ab
	15%	5,81	a	0,47	ghijk	2,13	fghij	0,35	abcd	0,09 bcdef

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES ($P < 0.01$)

4.3.- Estudio comparativo de costos e ingresos.

El análisis económico consta de restar los ingresos menos los egresos para encontrar los beneficios brutos. Los costos están representados por el gasto de construcción de los 26

módulos donde se alojaron 6 aves por modulo, concentrado consumido, transporte, comederos, bebederos, bolsas plásticas, vacunaciones y gastos de aliñados de las aves. Lo anterior puede observarse en el cuadro 18.

Los ingresos están representados por el total de libras de carne de pollo producidas (carne y vísceras comestible) (273.15 libras) por \$1.25 valor de la libra de pollo en el mercado en la fecha que se realizó la venta, generando \$ 341.44 dólares.

$$\begin{aligned} \text{INGRESO} &= \text{EGRESO} \\ \$ 341.44 \text{ dólares} - \$ 831.66 \text{ dólares} &= \text{\$ } (-490.22) \end{aligned}$$

En el cuadro 18 se observa que el tratamiento que generó más ingresos al compararlos entre ellos fue el tratamiento con Leucaena lavada con 5% de incorporación (\$37.45), siendo este superior por lo que genero más ingresos que el tratamiento testigo (\$34.63); los tratamientos que menos ingresos generaron fueron aquellos que en la dieta había una incorporación de 10 y 15% de Leucaena en la dieta. Al mismo tiempo se puede apreciar que la incorporación de sulfato ferroso al 0.5 y 1% no resultaron en producción de carne similares o mejores que el testigo.

Presupuesto parcial:

Para determinar de forma real las pérdidas y ganancias del ensayo se tomaron únicamente los siguientes gastos e ingresos (cuadro 19):

- ✓ Valor de los pollos.
- ✓ Costo del concentrado elaborado según tratamiento.
- ✓ Ingreso generados por la venta de la canal caliente según tratamiento.

CUADRO 18.- COMPARACION ECONOMICA POR TRATAMIENTO													
RUBRO / TRATAMIENTO	TO	TLC 5%	TLC 10%	TLC 15%	TSF(0.5%) 5%	TSF(0.5%) 10%	TSF(0.5%) 15%	TSF (1%) 5%	TSF(1%) 10%	TSF(1%) 15%	TLL 5%	TLL 10%	TLL 15%
CONSTRUCCION DEL MODULO (\$)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
COSTO DE LAS AVES (\$)	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
COSTO DE ALIMENTO (\$)	11,99	12,17	11,56	8,10	13,10	12,50	9,84	11,67	11,95	10,36	12,14	11,48	11,26
TRANSPORTE (\$)	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07
COMEDEROS (\$)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
BEBEDEROS \$	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
BOLSAS PLASTICAS (\$)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
VACUNACIONES (\$)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
MATANZA (\$)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
TOTAL DE EGRESOS (\$)	64,57	64,75	64,14	60,68	65,68	65,08	62,42	64,25	64,53	62,94	64,72	64,06	63,84
INGRESOS													
RENDIMIENTO EN CANAL (LBS)	27,70	21,84	19,06	6,39	25,79	21,85	15,50	25,82	23,78	13,74	29,96	23,08	18,64
PRECIO DE LA LIBRA (\$)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	\$ 1,25	\$ 1,25
TOTAL DE INGRESOS (\$)	34,63	27,30	23,83	7,99	32,24	27,31	19,38	32,28	29,73	17,18	37,45	\$ 28,85	\$ 23,30
BENEFICIOS													
BENEFICIOS (\$) (INGRESOS - EGRESOS)	(-29,95)	(-37,45)	(-40,32)	(-52,69)	(-33,44)	(-37,77)	(-43,05)	(-31,98)	(-34,81)	(-45,77)	(-27,27)	(-35,21)	(-40,54)

CUADRO 19.- PRESUPUESTO PARCIAL POR TRATAMIENTO													
RUBRO \TRATAMIENTO	TO	TLC 5%	TLC 10%	TLC 15%	TSF(0.5%) 5%	TSF(0.5%) 10%	TSF(0.5%) 15%	TSF (1%) 5%	TSF(1%) 10%	TSF(1%) 15%	TLL 5%	TLL 10%	TLL 15%
COSTO DE LAS AVES (\$)	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
COSTO DE ALIMENTO (\$)	11,99	12,17	11,56	8,10	13,10	12,50	9,84	11,67	11,95	10,36	12,14	11,48	11,26
TOTAL DE EGRESOS (\$)	18,59	18,77	18,16	14,70	19,70	19,10	16,44	18,27	18,55	16,96	18,74	18,08	17,86
INGRESOS													
RENDIMIENTO EN CANAL LBS)	27,70	21,84	19,06	6,39	25,79	21,85	15,50	25,82	23,78	13,74	29,96	23,08	18,64
PRECIO DE LA LIBRA (\$)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	\$ 1,25	\$ 1,25
TOTAL DE INGRESOS (\$)	34,63	27,30	23,83	7,99	32,24	27,31	19,38	32,28	29,73	17,18	37,45	\$ 28,85	\$ 23,30
BENEFICIOS													
BENEFICIOS (\$) (INGRESOS - EGRESOS)	16,04	8,53	5,67	-(6,71)	12,54	8,21	2,94	14,01	11,18	0,22	18,71	10,77	5,44

5.- CONCLUSIONES

- 1.- El comportamiento de los pollos de engorde se muestra severamente afectado con niveles de follaje de *Leucaena* superior al 5% de la ración.
- 2.- La incorporación de niveles superiores al 5% de harina de follaje de *Leucaena* (Cruda o suplementada con 0.5% o 1% de sulfato ferroso) y lavada, produce una disminución en el consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia.
- 3.- La adición de sulfato ferroso no mejoró la respuesta productiva de las aves, ya que el consumo de alimento y los incrementos de peso no fueron proporcionales a la ración del tratamiento testigo.
- 4.- El tratamiento de lavado del follaje mejora la disponibilidad de los nutrientes pero este efecto es más evidente con la incorporación de niveles de uso menores al 10% de *Leucaena* lavada en la ración.
- 5.- El análisis de los pesos de los órganos indica una tendencia hacia un mayor peso de la molleja, páncreas y a una disminución del peso de bazo, hígado y corazón a medida que aumenta la participación del follaje de *Leucaena* en la dieta.
- 6.- En este estudio resultó más factible económicamente el uso de harina de hojas de *Leucaena* lavada al 5% de incorporación, ya que produjo el mejor retorno en el análisis económico en relación con los otros tratamientos.

6.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la incorporación de follaje de Leucaena lavada de entre el 5 y 10 % de la fórmula alimenticia para pollos ya que fue la que reveló resultados mejores en los índices productivos generales.
2. En raciones para pollos de engorde, no es recomendable usar el follaje de Leucaena cruda en la ración, por el riesgo de reducir severamente la utilización de los nutrientes de la dieta.
3. Se recomienda intensificar la investigación dirigida a determinar con precisión los factores anti nutricionales presentes en la Leucaena y su posible participación en el deterioro del comportamiento productivo de las aves. Esta orientación permitirá avanzar, con paso más seguro hacia niveles de utilización del follaje de Leucaena superiores.

7. - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acanovic, T.; D'mello, J. P.; Fraser, K. W. 1982. Determination of mimosine and 3-hidroxy-4 (1H)-pyridone in *Leucaena*. Avian excrets and serum using reversed-phase ionpair high performance liquid chromatography. *J. of Chromat.* 236: 169-179.
2. Adenaye, J.A. 1979. A note on the nutrient and mineral composition of *Leucaena leucocephala* in Western Nigeria. *An. Feed Sci. and Tech.* 4: 221-225.
3. Angulo, I. *et al.* 1986. Composición química y perfil de aminoácidos de *Leucaena leucocephala*. Trabajo presentado en las IV Jornadas Veterinarias. Barquisimeto, Venezuela. pp. 13—16.
4. Angulo, I. 1985. Preliminary evaluation of the pigment value of two *Leucaena* varieties in the layer diet. *Leucaena Res. Rep.* V.6: 99.
5. Association of Official Agricultural Chemists. 1975. *Methods of Analysis.* (A.O.A.C.), Washington D.C.
6. Bagdan, A.V. 1977. *Tropical Pasture and Fodder Plants.* Long-man Group, London. pp. 369-374.
7. Brewbaker, J. L.; Plucknett, O. L.; González, V. 1982. Varietal variation and yield trials of *Leucaena leucocephala* (Koa haole) in Hawaii. *Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* 166. 29 p.
8. Brewbaker, J. L.; Hutton, E. M. 1979. *Leucaena versatile* tropical legume. New Agricultural Corps. (Eds. Ritchie, Cray A.), A.A.A.S. Selected Symposium, N 38, Westview Press. Colorado, USA. pp. 207-259.
9. Castillo, L.S.; Aglibut, F.B; Gerpaces, A.L.; Gloria, L.S.; Gatapia and Resureccion, R. J. 1964. *Leucaena glauca* Benth. for poultry and livestock. 1. Leaf meals with high and low mimosine content in chick rations. *The Philipp. Agric.* 47(8): 393-411.
10. Deaton, J. W.; Kubena, L. F.; Reece, F. N.; B. O. Lott. 1977. Effect of dietary fiber on the performance of laying heris. *Br. Poult. Sci.* 18: 711-714.
11. Deaton, J. B.; McNaughton, J. L.; Burdick, D. 1979. High fibre-sun flower meal as a replacement for soybean meal in layer diets. *Br. Poult. Sci.* 20: 711-714.
12. D'mello, J. P. F.; Thomas, A. 1978. The nutritive value of dry *Leucaena* leaf-meal from Melawii. Studies with young chicks. *Trop. Agr.* 55: 45-50.

13. D'mello, J. P. F.; Taplin, D. E. 1978. *Leucaena leucocephala* in poultry diets for the tropics. World Rev, of An. Prod. XIV: 41-47.
14. D'mello, J. P. F.; Fraser, K. 1981. The composition of leaf meal from *Leucaena leucocephala*. Trop. Sci. 3: 75-78.
15. D'mello, J. P. F. 1982. Toxic factors in some tropical legumes. World Rev, of An. Prod. 18: 41-46.
16. D'mello, J. P. F.; Acanovic, T. 1982. Growth performance of and mimosine excretion by young chicks fed on *Leucaena leucocephala*. An. Feed Sci. and Tech. 7: 247-255.
17. D'mello, J. P. F.; Acanovic, T. 1982. Apparent metabolizable energy value of dried *Leucaena* leaf meal for young chick. Trop. Agric. 59: 324-332.
18. Dijkman, M. J. 1980. *Leucaena*. A promising soil-erosion control plant. Econ. Bot. 4: 337-349.
19. El-Harith, E. A.; Shart, Y.; ter Meulen. 1979. Reacción de las ratas alimentadas con *Leucaena leucocephala*. Prod. Anim. Trop. 4:163-168.
20. FIRA, Banco de México, S.A. 1980. *Leucaena* (Huaje) leguminosa tropical mexicana. Usos y su potencial. 90 p.
21. Gray, S. G. 1968. A review of research on *Leucaena leucocephala*. Trop. Grasslds. Res. 18: 63-70.
22. Gutiérrez, M. A.; Rodríguez, G. E. 1984. *Leucaena leucocephala* planta promisoría para producir en el trópico proteína para el ganado. Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala 5(1): 3-7.
23. Hegarty, M. P.; Court, R. D.; Christie, G. S.; Lee, C. P. 1976. Mimosine in *Leucaena leucocephala* is metabolized to goitrogen in ruminants. Aust. Vet. J. 52: 490.
24. Hill, F. W.; Dansky, L. M. 1984. Studies on energy requirements of chickens. I. The effect of dietary energy level of growth and feed consumption. Poultry Sci. 63: 112-119.
25. Hongo, F.; Tawata, S. 1985. Effect of mimosine on the proteolytic activity of pepsin, trypsin and -chymotrypsin. *Leucaena Res. Rep.* 6(64).
26. Hutton, E. M.; Bonner I. A. 1960. Dry matter and protein yields in four strains of legume *Leucaena leucocephala*. Trop. Grasslds.10: 187-194.

27. Jones, R. J. 1979. El valor de la *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. Rey. Mund. de Zootec. 31: 13-23.
28. Kinch, D. M.; Ripperto, J. C. 1962. Koa Haole production and processing. Hawaii Agr. Exp. Sta. Bul. 129. 58 p.
29. Labadan, M. M. 1969. The effects of various treatments and additives on the feeding value of ipil-ipil leaf meal in poultry. Philipp. Agric. 53: 392-401.
30. León-Arenas, J. A. 1976. Modificaciones anatómicas del tracto digestivo de las aves (*Gallus gallus domesticus*) según el régimen alimenticio: referencia especial de molleja (ventrículo o estómago muscular) e hígado. Trabajo de Ascenso. Fac. Cs. Vet., UCV, Maracay. 95 p.
31. Liener, E. I. 1980. Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Press, 2nd. ed. pp. 437-438.
32. Lowry, J. B.; Tangendajaja, B.; Haryento. 1984. Antolysis of mirnosine to 3-hidroxy-4 (1H)-piridone in green tissus of *Leucaena leucocephala*. J.. of the Sci. of Food and Agric. 34: 529-533.
33. Machado, R.; Milesa, M.; Menéndez, J.; García Trujillo, R. 1978. *Leucaena leucocephala* Lam. de wit). Pastos y Forrajes 1: 321-347.
34. Mateo, J. P.; Labadan, M.H.; Abilay, T. A.; Alaudy, R. 1970. Studies on paired feeding of pullets using high levels of ipil-ipil leaf meal.- The Phil. Agric. 54: 312-318.
35. Mateo, J. P.; Labadan, M. H. 1971. The effects of feeding high levels of ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*) leaf meal and PMS administration on comb and overy of ready-to lay pullets. The Phil. Agric. 40(3-4): 190-196.
36. Montenegro, Petra de. 1985. Efecto de la fibra dietética sobre el comportamiento productivo de gallinas ponedoras.
37. National Academy of Science. 1977. *Leucaena*: Promissing forage and tree crop for the tropic. Washington, D.C. 115 p.
38. National Academy of Science. 1979. Tropical Legumes: Resources for the future. Washington, D.C. 331 p.
39. National Academy of Science. 1984. *Leucaena*: Promissing forage and tree crop for the tropic. 2nd. ed. Washington, D.C. 100 p.

40. Oakes, A. 3. 1968. *Leucaena leucocephala*. Description, culture, utilization. Adv. Front. Pl. Sci. New Delhi, India. 20: 1-114.
41. Owen, L. N. 1958. Hair loss and other toxic effects of *Leucaena glauca* (Jumbey). Vet. Rec. 70: 454-457.
42. Peralta Martínez, A. 1980. Características agronómicas y contenidos de mimosina en 30 ecotipos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en Yucatán. Agric. Tec. México 6(2): 129-135.
43. Ponds; Martínez Cairo, L. *Leucaena*. Its cultivation and uses. Ed. Corripio, C. por A. Santo Domingo, República Dominicana. 287 p.
44. Ross, E.; Sprinshall, J. A. 1963. Evaluation of ferrous sulphates as a detoxifying agent for mimosine in *Leucaena glauca* rations for chickens. Aust. Vet. J. V. 39: 394-397.
45. Savory, O. J.; Gentle, M. J. 1978. Effect of dietary dilution with fibre on the food intake and gut dimensions of japaesequail. Br. Pult. Sci. 17: 561-570.
46. Skerman, P. J. 1977. Tropical forage legumes. FAO. Plant Production and Tropical Series. pp. 510-518.
47. Solano, R. A.; Rodríguez A., Elvira, P. 1982. Efecto de la altura de corte sobre la producción de forraje, leña y sobrevivencia de plantas de *Leucaena leucocephala* Variedad Guatemala. XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Costa Rica. IICA: 41-49.
48. Tangendajaja, B.; Lowry, 3. B.; Wills, R. B. H. 1984. Optimization of conditions of the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaf. J. Sci. Food. Agric. 35: 613-616.
49. Tangendajaja, B.; Lowry, 3. B.; Wills, R. B. H. 1985. Degradación de mimosina y 3-hidroxy-4 (1H)-piridone (DHP) por cabras de Indonesia. Prod. Anim. Trop. 10: 41-50.
50. Takahashi, M.; Ripperton, 3. C. 1949. Koa Haole, *Leucaena glauca*. ITR. Stablishment, culture and civilization as forage crop. Hawaii. Agr. Exp. Sta. Buli. 100. 56 p.
51. Ter Meulen, U.; Struck, S.; Schulke; El-Harith, A.A. 1979. Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. Prod. Anim. Trop. 4: 112-126.

52. Ter Meulen, U.; Pucher, F.; Szyszka, M.; El-Harith, E. A. 1984. Effects of administration of *Leucaena* meal on growth performance of and mimosine accumulation in growing chicks. *Arch. Gejlügelk* 48(2): 41-44.
53. Vohra, P.; Henrick, R. B.; Wilson, W. O.; Sopes, T. P. 1972. The use of ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*) in the diets of laying chickens and laying quail. *Phil. Agr.* 56(3-4): 104-113.

ANEXOS.

CUADRO A1. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 2 - 3 semanas de edad.									
HEMBRAS		Consumo de alimento (gr/ave)	incremento de peso (gr./ave)	Conversión alimenticia	MACHOS		Consumo de alimento (gr/ave)	Incremento de peso (gr./ave)	Conversión alimenticia
TESTIGO	A	390,17 a	200,99 cde	1,94 fg	TESTIGO	B	397,25 a	215,18 bc	1,85 ef
TLC	5%	373,60 abc	210,45 bcd	1,78 cde	TLC	5%	374,00 abc	223,55 b	1,67 bcd
	10%	359,42 bc	196,26 def	1,83 de		10%	361,78 bc	186,6 de	1,94 fg
	15%	139,51 h	52,02 i	2,68 Hi		15%	129,84 h	60,94 h	2,13 h
TSF (0.5%)	5%	368,58 bc	231,73 b	1,59 ab	TSF (0.5%)	5%	385,45 ab	215,18 bc	1,79 de
	10%	354,46 de	189,17 fg	1,87 def		10%	357,05 cd	205,72 cd	1,74 de
	15%	301,98 fg	178,12 gh	1,70 cd		15%	304,46 g	156,86 g	1,94 fg
TSF (1%)	5%	381,39 ab	224,66 bc	1,70 cd	TSF (1%)	5%	361,78 bc	215,18 bc	1,68 cd
	10%	364,15 bc	193,9 ef	1,88 ef		10%	338,14 de	210,45 cd	1,61 bc
	15%	354,65 de	170,75 gh	2,08 gh		15%	328,68 e	175,67 ef	1,87 fg
TLL	5%	390,16 a	281,39 a	1,39 a	TLL	5%	379,96 ab	298,63 a	1,27 a
	10%	390,16 a	234,09 b	1,67 bc		10%	335,77 de	228,68 b	1,47 ab
	15%	312,15 e	217,54 bc	1,43 ab		15%	319,22 fg	203,7 cd	1,57 bc

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01)

CUADRO A2. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 3 - 4 semanas de edad.											
HEMBRAS		consumo de alimento (gr/ave)	incremento de peso (gr./ave)	conversión alimenticia	MACHOS		consumo de alimento (gr/ave)	incremento de peso (gr./ave)	conversión alimenticia		
TESTIGO	A	515,48 bc	308,77 ab	1,67 bc	TESTIGO	B	506,42 de	309,2 ab	1,64 ab		
TLC	5%	496,56 ef	237,83 de	2,09 f	TLC	5%	506,02 de	230,1 ef	2,20 de		
	10%	518,24 bc	189,85 h	2,73 h		10%	565,14 ab	196,46 h	2,88 hi		
	15%	380,23 g	112,84 i	3,37 hi		15%	350,02 f	97,83 i	3,58 i		
TSF(0.5%)	5%	588,76 a	243,5 de	2,42 gh	TSF(0.5%)	5%	594,24 a	246,6 de	2,41 ef		
	10%	546,95 ab	280,4 bc	1,95 d		10%	545,88 bc	208,77 g	2,61 fg		
	15%	288,78 h	237,83 de	1,21 a		15%	287,10 g	203,35 g	1,41 a		
TSF (1%)	5%	529,62 bc	270,25 cd	1,96 de	TSF (1%)	5%	508,39 dc	302,62 ab	1,68 ab		
	10%	543,85 abc	272,61 cd	1,99 def		10%	541,30 bc	269,56 cd	2,01 c		
	15%	279,51 i	214,18 g	1,31 ab		15%	524,94 cd	205,47 g	2,55 ef		
TLL	5%	548,50 ab	335,47 a	1,64 bc	TLL	5%	565,48 ab	338,14 a	1,67 ab		
	10%	517,37 bce	230,74 ef	2,24 fg		10%	515,14 de	274,26 c	1,88 bc		
	15%	519,69 bc	285,13 bc	1,82 cd		15%	525,69 cd	255,38 de	2,06 cd		

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01)

CUADRO A3. Consumo de alimento (CA), incremento de peso (IP) e índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos alimentados con dietas que contenían 5, 10 y 15% de Harina de follaje de Leucaena cruda (TLC), lavada (TLL), tratada con sulfato ferroso (TSF) al 0.5 y 1%. 4 - 5 semanas de edad.									
HEMBRAS		consumo de alimento gr/ave	incremento de peso gr./ave	conversión alimenticia	MACHOS		consumo de alimento gr/ave	Incremento de peso gr./ave	conversión alimenticia
TESTIGO	A	770,85 de	411,44 a	1,87 a	TESTIGO	B	787,41 cd	378,1 a	2,08 a
TLC	5%	837,05 bc	261,48 fg	3,20 gh	TLC	5%	798,29 bc	279,02 ef	2,86 cd
	10%	697,55 g	255,38 fg	2,73 fg		10%	701,94 h	243,5 g	2,88 cd
	15%	598,70 h	85,13 i	7,03 jk		15%	630,66 i	89,85 j	7,02 hi
TSF (0.5%)	5%	899,40 a	378,1 ab	2,38 de	TSF (0.5%)	5%	875,58 a	374,29 ab	2,34 bc
	10%	841,79 ab	255,38 fg	3,30 gh		10%	861,40 ab	293,38 e	2,94 de
	15%	751,94 ef	121,95 h	6,17 i		15%	742,48 ef	174,95 h	4,24 f
TSF (1%)	5%	747,91 g	347,29 bc	2,15 abc	TSF (1%)	5%	737,01 ef	338,77 cd	2,18 ab
	10%	799,23 cd	331,04 ce	2,41 de		10%	810,67 b	355,38 bc	2,28 ab
	15%	789,77 cd	113,5 i	6,96 j		15%	690,80 i	114,75 h	6,02 h
TLL	5%	759,03 ef	370,25 ab	2,05 ab	TLL	5%	799,23 bc	360,1 ab	2,22 ab
	10%	759,03 ef	302,67 ef	2,51 ef		10%	728,29 ef	297,00 de	2,45 c
	15%	846,52 ab	170,15 h	4,98 h		15%	714,10 g	150,65 i	4,74 g

VALORES DENTRO DE LAS COLUMNAS CON LETRAS DISTINTAS SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.01)

CUADRO A4.- Mortalidad en los grupos de aves que recibieron raciones con, 5, 10 y 15% de harina de follaje de *Leucaena* cruda, lavada y tratada con sulfato ferroso al 0.5 y 1%.

TRATAMIENTO		Nº de muertos de 0-5 semanas	% del total	TRATAMIENTO		Nº de muertos de 0-5 semanas	% del total	
HEMBRAS				MACHOS				
TESTIGO	A	0	0	TESTIGO	B	0	0	
TLC		5%	0	0	TLC		5%	0
		10%	0			10%	0	
		15%	1	16,67			15%	0
TSF (0.5%)		5%	0	0	TSF (0.5%)		5%	0
		10%	0			10%	0	
		15%	0			15%	0	
TSF (1%)		5%	1	16,67	TSF (1%)		5%	0
		10%	0			10%	2	33,33
		15%	0			15%	0	0
TLL		5%	0	0	TLL		5%	0
		10%	0			10%	0	0
		15%	0			15%	0	0

Nº total de aves/tratamiento = 6.