

# Efecto de diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras.

Roger Ivan Huevo Jiménez

MICROCISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**ZAMORANO**

Departamento de Zootecnia  
Diciembre, 1999

#1030

# **Efecto de diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Roger Ivan Huevo Jiménez**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Roger Ivan Huevo Jiménez

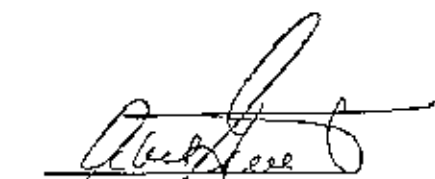
Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

# Efecto de diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras.


presentado por

Roger Ivan Huevo Jiménez

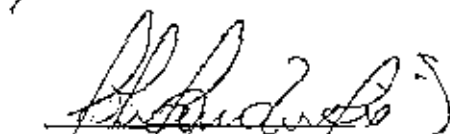
Aprobada:



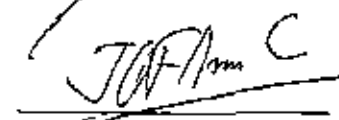
Abel Gerat, Ph.D.  
Asesor Principal



Miguel Vélez, Ph.D.  
Jefe de Departamento



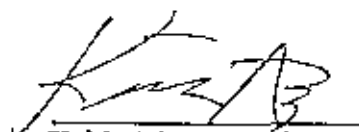
John Jáiro Hincapié, D.M.V.  
Asesor



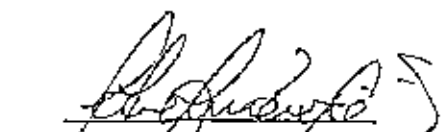
Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico



Gerardo Murillo, Ing.  
Asesor



Keith Adrews, Ph.D.  
Director



John Jáiro Hincapié, D.M.V.  
Coordinador BIA

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Tito Antonio Huevo (Q.D.D.G.).

A mi Madre Yolanda Jiménez de Huevo.

A mis Hermanos y todas aquellas personas que depositaron su confianza en mí.

A Zamorano como un fruto más de su enseñanza.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso y a la Virgen de Guadalupe, por haberme guiado y estar conmigo en todo momento.

A mi madre, por todo su amor y su apoyo incondicional, este es el fruto de su esfuerzo y su dedicación: "Gracias Madre por estar siempre a mi lado".

A mis hermanos y a mi abuela por su apoyo incondicional y por su confianza.

A Zamorano por formarme durante estos cuatro años y enseñarme a trabajar duro para cumplir mis objetivos y mis metas.

A mis asesores, en especial al doctor Abel Gernat por su confianza y su apoyo durante mi formación académica, por abrirme el camino del éxito profesional.

A todos mis amigos que durante estos años han sido como mis hermanos.

A los trabajadores del Departamento de Zootecnia que sin su colaboración no hubiera sido posible la realización del presente ensayo.

## RESUMEN

Huezo, Roger 1999. Efecto de diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 27p.

En América Latina la producción avícola enfrenta problemas debido al alto costo y poca disponibilidad de materias primas para la elaboración de alimentos concentrados. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar materias primas de alta disponibilidad en el trópico, que sean de bajo costo y que no compitan con la alimentación humana como es el caso de la semolina de arroz. Se utilizaron seis niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz en la dieta de ponedoras, desde 0% hasta 50%. Se utilizaron 21 gallinas en jaulas de la línea Hy-Line W98 de 20 semanas de edad por cada tratamiento. Cada tratamiento tuvo ocho repeticiones arregladas en un diseño de bloques completos al azar; se evaluó el porcentaje de postura de la gallina, el consumo, la conversión alimenticia, la calidad de la cáscara, el peso del huevo, la calidad interna del huevo y la mortalidad. El experimento tuvo una duración de dieciséis semanas, se realizó un análisis estadístico y económico de las variables. Los resultados demostraron que no hay diferencia significativa en la producción de huevos con la sustitución de 0% (testigo), 10%, 20%, 30% y 40% en la dieta; la sustitución de 50% del maíz por semolina de arroz sí mostró una reducción significativa respecto al testigo, esto atribuido a factores antinutricionales de la semolina y a la textura del alimento. Las demás variables analizadas en el estudio no mostraron diferencias al aumentar el nivel de semolina en la dieta. Las rentabilidades fueron más altas en el caso del tratamiento con 30% de sustitución del maíz por semolina de arroz en la dieta, por lo que se recomienda su uso bajo las mismas condiciones de manejo de Zamorano.

**Palabras claves:** Semolina de arroz, maíz, ponedoras, productividad.

## **¿Cómo reducir los costos y aumentar la rentabilidad en la producción avícola?**

Día a día los costos de producción de las empresas avícolas aumentan, y el precio de sus productos como en el caso del huevo tienden a bajar debido a las importaciones por parte de países vecinos, esto crea una alerta roja en los avicultores, y se genera la necesidad de reducir los costos de producción, que en la mayoría de los casos los costos del alimento son los de mayor proporción.

La semolina de arroz es una alternativa muy tentadora para reducir los costos de alimentación en gallinas ponedoras, además, es de alta disponibilidad en el Trópico y no compite con la alimentación directa de los humanos como es el caso del maíz.

En Zamorano se realizó un estudio sustituyendo el maíz por semolina de arroz en dietas para gallinas ponedoras, evaluando biológicamente y económicamente la producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de huevo, calidad de cáscara, calidad interna y mortalidad, a manera de encontrar un óptimo de sustitución.

Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias en el porcentaje de postura al sustituir hasta el 40% del maíz por semolina de arroz, pero al incrementar a 50% el nivel de sustitución sí se notó una reducción en la producción de huevos, esto atribuido a la presencia de factores antinutricionales en la semolina. Las demás variables analizadas en el ensayo no fueron afectadas por la inclusión de la semolina en la dieta.

Los resultados de los análisis muestran que es factible sustituir el 30% del maíz en la dieta de ponedoras sin afectar negativamente los parámetros evaluados, obteniendo una aceptable rentabilidad económica.



## CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Páginas de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Resumen.....		vi
Nota de prensa.....		vii
Contenido.....		viii
Índice de cuadros.....		x
Índice de anexos.....		xi
1. INTRODUCCIÓN.....		1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....		5
2.1 Localización .....		5
2.2 Selección de los animales.....		5
2.3 Tratamientos.....		5
2.4 Diseño experimental.....		7
2.5 Variables a medir.....		8
2.5.1 Producción de huevos.....		8
2.5.2 Consumo y conversión alimenticia.....		8
2.5.3 Calidad del huevo.....		8
2.5.3.1 Peso de huevo.....		8
2.5.3.2 Gravedad específica.....		8
2.5.3.3 Unidades Haugh.....		8
2.5.4 Mortalidad.....		9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		10
3.1 Producción de huevos.....		10
3.2 Consumo de alimento.....		12
3.3 Conversión alimenticia.....		12
3.4 Peso de huevo.....		13
3.5 Gravedad específica.....		13
3.6 Unidades Haugh.....		14
3.7 Mortalidad.....		14
4. ANALISIS ECONOMICO.....		15

5.	CONCLUSIONES.....	20
6.	RECOMENDACIONES.....	21
7.	BIBLIOGRAFIA.....	22
8.	ANEXOS.....	25

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Composición de la semolina de arroz obtenida por diferentes tipos de molienda (sobre la base de materia seca)	3
2. Composición química de la semolina de arroz	6
3. Composición de las dietas experimentales	7
4. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre la productividad y eficiencia en ponedoras desde 20 hasta 38 semanas de edad	11
5. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre la calidad del huevo y la mortalidad	13
6. Análisis de rentabilidad, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas de ponedoras	16
7. Análisis de dominancia, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas de ponedoras	16
8. Tasa de retorno marginal para los tratamientos dominantes	18
9. Costos de las raciones, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz	19

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para producción de huevos y consumo de alimento 25
2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia 25
3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para de calidad de huevo 25
4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para mortalidad y calidad interna 26
5. Comparación del porcentaje de postura entre los distintos niveles de sustitución de maíz 26
6. Efecto de la deficiencia de Zn sobre la síntesis de prostaglandinas 27

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en América Latina la avicultura enfrenta problemas en la obtención de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados, que sean de bajo costo, disponibles, de buena calidad y que no compitan directamente con la alimentación humana. Por consiguiente, es necesario encontrar productos o subproductos generados por la agroindustria local que sean capaces de sustituir las fuentes de proteína y energía, y que cumplan con las condiciones antes mencionadas (Pérez, 1997).

Un ingrediente de alta disponibilidad y bajo costo en Latinoamérica es la semolina de arroz, la cual es obtenida del beneficiado del grano de arroz.

De todos los cereales, el arroz es el que más se consume como grano entero. Centroamérica en 1998 alcanzó un nivel de producción de 1,207,536 toneladas métricas, específicamente en el caso de Honduras la producción fue de 52,682 toneladas métricas (FAO, 1990-1998). La molienda del arroz consiste en una serie de operaciones altamente mecanizadas y complejas, cuyo fin primordial es producir grano descascarillado, decorticado y pulido, que llene las especificaciones de tamaño, calidad y vida de anaquel. Al final de la operación de molienda se obtiene arroz entero pulido y arroz quebrado, cascarilla (20%) y salvado o semolina (10%) (Serna, 1996). El proceso de molienda se muestra en la Figura 1.

La semolina se compone básicamente de pericarpio, capa de aleurona, tegumento, partículas de endospermo, germen y niveles variables de casulla. Los productos y subproductos de arroz difieren del trigo y otros cereales por su elevado contenido de grasa y en algunos casos bajo contenido de fibra; por esta razón la semolina de arroz debería considerarse como un recurso altamente energético en avicultura (Houston y Kohler, 1970; Citado por Kratzer *et al.*, 1974).

La semolina de arroz, además de ser una fuente energética, es una buena fuente de fósforo orgánico para la ración, pero la mayoría de este fósforo no es disponible ya que se encuentra en forma de fitatos y reduce la biodisponibilidad de otros minerales. En un ensayo con pavos se determinó que de todo el contenido de fósforo en forma de fitatos de la semolina, únicamente el 9% está disponible (Belyea *et al.*, 1992).

El valor de la energía metabolizable de los subproductos del arroz es más alto que los subproductos del trigo, por lo que deben ser usados como uno de los mayores constituyentes energéticos en las raciones de aves (Kratzer *et al.*, 1974).

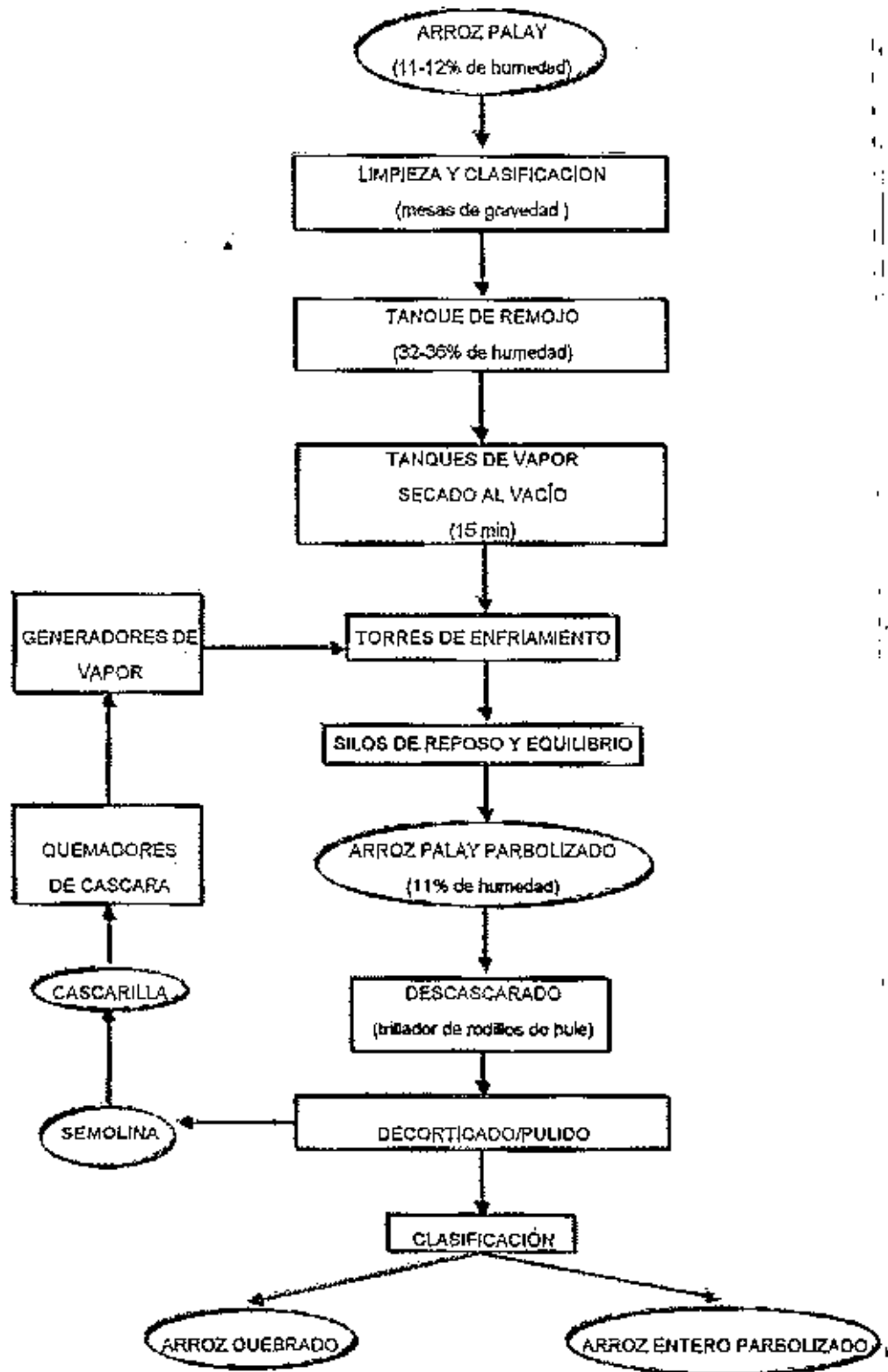


Figura 1. Flujo de proceso de la molienda del arroz (Serua, 1996)

disponibilidad del fósforo en forma de fitatos, una gran concentración de fósforo es encontrado en el estiércol de las aves, induciendo a coprofagia en aves de piso, esto contribuye a problemas de contaminación en áreas de producción intensiva (Belyea *et al.*, 1992).

Varios autores mencionan que sometiendo la semolina a procesos de extrusión causan la degradación de los fitatos resultando en una mayor disponibilidad del fósforo. Estudios realizados con pavos muestran que la estabilización de la semolina mediante extrusión no tiene influencia sobre la bioviabilidad del fósforo (Belyea *et al.*, 1992).

Algunos estudios muestran que la inclusión de niveles que no excedan el 20% en pollas no ha mostrado efectos adversos en el crecimiento; las gallinas ponedoras pueden tolerar niveles que superen el 40% (Ravindran y Blair, 1991).

Los mismos autores mencionan la utilización de semolina de arroz desgrasado mediante solventes químicos, la cual aumenta su vida de anaquel, porcentaje de proteína y concentración de minerales. La energía metabolizable se reduce en un 75% debido a la extracción del aceite, asimismo el contenido de fibra aumenta.

Incrementos en la cantidad de semolina de arroz en las dietas arriba o igual al 60% causan una depresión significativa y consistente en el crecimiento y desempeño de gallinas, lo cual se debe a la presencia de factores tóxicos en la semolina, los cuales son eliminados únicamente con la esterilización de la misma. Asimismo se reportaron malformaciones en el páncreas afectando el proceso digestivo de las gallinas expuestas a niveles altos en semolina, es esto debido a la presencia de inhibidores de tripsina (Kratzer *et al.*, 1974).

Este ensayo se realizó con el objetivo de encontrar en la semolina de arroz un sustituto energético útil de alta calidad para la alimentación de gallinas ponedoras y que no compita directamente con la alimentación humana como es el caso del maíz. Además de suplir de alguna manera el déficit de información técnica validada que limita la utilización de este abundante subproducto de la molienda de arroz en la alimentación de ponedoras, los objetivos específicos de este ensayo fueron determinar el óptimo técnico y económico de sustitución de maíz por semolina, así como evaluar el comportamiento fisiológico de las gallinas y la variación en las características del huevo comercial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto se llevó a cabo en los galpones de la sección de Aves de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, localizada en el valle del río Yeguare, a 37 km. al sureste de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. El valle está a una altitud de 800 msnm, con una temperatura anual promedio de 26.4°C, y una temperatura mínima y máxima promedio de 13.1° y 31.2° C.

### 2.2. SELECCIÓN DE LOS ANIMALES

En el presente experimento se utilizaron 1260 gallinas ponedoras de la línea Hy-Line® variedad W98, de 20 semanas de edad. Las gallinas fueron alojadas en grupos de tres aves por jaula. Se utilizaron jaulas con dimensiones de 30.5 cm x 45.7 cm., resultando una densidad de 464.8 cm<sup>2</sup>/ave. Las jaulas estaban dispuestas en dos secciones de cuatro hileras, cada una arreglada en forma escalonada con dos hileras a cada lado, cada hilera dividida en grupos de siete jaulas donde se distribuyeron al azar los tratamientos, dejando los extremos para eliminar el efecto de borde, además se utilizaron como reemplazos.

### 2.3. TRATAMIENTOS

Se utilizaron seis tratamientos con ocho repeticiones cada uno, cada repetición estaba situada en una diferente hilera. Estos tratamientos consistieron en un testigo constituido por la dieta convencional utilizada para ponedoras en la sección de Aves de Zamorano, y cinco dietas con diferentes niveles de sustitución de maíz por semolina de arroz que van desde 10% hasta 50% con incremento de 10% de sustitución por semolina como ingrediente fijo en la ración, la composición de la semolina de arroz se muestra en el Cuadro 2, la composición de las dietas y sus análisis proximal y en base a formulación se presentan en el Cuadro 3.

- Tratamiento C: dieta control base de maíz y harina de soya.
- Tratamiento 1: sustitución de 10% de maíz por semolina de arroz.
- Tratamiento 2: sustitución de 20% de maíz por semolina de arroz.
- Tratamiento 3: sustitución de 30% de maíz por semolina de arroz.
- Tratamiento 4: sustitución de 40% de maíz por semolina de arroz.
- Tratamiento 5: sustitución de 50% de maíz por semolina de arroz.



Cuadro 2. Composición química de la semolina de arroz

Componente <sup>1</sup>	%
Proteína cruda	12.69
Grasa	14.03
Fibra	7.87
Cenizas	7.76
Humedad	14.12
ME kcal/kg	3261
<b>Aminoácidos<sup>2</sup></b>	
Ac. Aspártico	1.08
Treonina	0.46
Serina	0.49
Ac. Glutámico	1.62
Prolina	0.52
Glicina	0.62
Alanina	0.75
Cisteína	0.29
Valina	0.59
Metionina	0.25
Isoleucina	0.37
Leucina	0.85
Tirosina	0.36
Fenilalanina	0.52
Histidina	0.35
Lisina	0.56
Arginina	0.95
Triptófano	0.11
<b>Minerales<sup>3</sup></b>	
Ca	0.09
Mg	0.83
P	1.49
Zn (mg / kg)	41.62

<sup>1</sup> Department of Poultry science, 1998. University of Georgia.<sup>2</sup> Experiment Station Chemical Laboratories, 1998. University of Missouri - Columbia.<sup>3</sup> Tomado de Jurgens, 1997.

**Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales**

INGREDIENTES	TC Control	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	T4 (40%)	T5 (50%)
Maíz	56.40	50.77	45.13	39.49	33.85	28.21
Semolina de arroz	0.00	5.64	11.28	16.92	22.56	28.20
Harina de soya (48% PC)	28.38	27.90	27.63	27.55	27.48	27.14
Monofosfato Dicalcico	1.50	1.54	1.51	1.47	1.43	1.40
Carbonato de Ca	8.51	8.77	8.91	8.91	8.91	8.91
Nacl	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Premezcla vitamínica-mineral <sup>1</sup>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Tylan 40 <sup>®2</sup>	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Aceite vegetal	4.19	4.42	4.60	4.71	4.83	5.20
Carophyll <sup>®3</sup>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
DL - Methionina	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.19
Análisis calculado						
Proteína (%)	17.00	17.00	17.09	17.26	17.44	17.50
EM kcal/kg	2950	2950	2950	2950	2950	2950
% Calcio	3.55	3.65	3.70	3.70	3.70	3.70
% P disponible	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Metionina	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Lisina	1.03	1.03	1.04	1.06	1.08	1.08

<sup>1</sup> La premezcla de ponedoras provee las siguientes cantidades por kg en la dieta: vitamina A 3,473,260.87 UI; vitamina D 3,369,565.21 UI; vitamina E 2,173.91 UI; Vitamina K 3.65 mg; Riboflavina 1.96 mg; Niacina 10.87 mg; D-Pantotenato de Calcio 2.61 mg; Acido fólico 0.11 mg; Vitamina B<sub>12</sub> 0.005 mg; Cloruro de colina 36.95 mg; Manganeseo 30.43 mg; Hierro 13.04 mg; Zinc 21.74 mg; Cobre 3.04 mg; Yodo 0.65 mg; Selenio 0.043 mg; Cobalto 0.065 mg; y vehículo C.S.P. 1,000 mg.

<sup>2</sup> Tylan 40<sup>®</sup> i.a. filoxina, antibiótico en ponedoras, 4g/100 kg de alimento, fabricado por ELANCO ANIMAL HEALTH.

<sup>3</sup> Carophyll<sup>®</sup> pigmento para la yema del huevo, 0.908 gr/lb de alimento.

## 2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloque completos al azar (DBCA) con bloques (hileras) y los seis tratamientos incluidos en cada bloque. Se necesitaron 42 jaulas experimentales por bloque, lo que hace un total de 336 jaulas, las cuales se agruparon en siete jaulas para cada tratamiento. Las gallinas de los extremos de cada bloque se utilizaron como reemplazos de las aves muertas del mismo tratamiento, esto con el fin de mantener una densidad constante. El experimento tuvo una duración de 18 semanas. Los datos obtenidos fueron sometidos al programa SAS "Statistical Analysis System" (1996); usando el modelo lineal general (GLM), se realizó una separación de medias de los tratamientos

con la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Una  $P < 0.05$  fue requerida para reconocer el grado de significancia.

## 2.5 VARIABLES A MEDIR

### 2.5.1 Producción de huevos (%)

La producción de huevos fue tomada en los 8 bloques de cada ensayo, tres días a la semana, durante las 18 semanas que duró el experimento.

### 2.5.2 Consumo y conversión de alimento

Ambos parámetros fueron tomados en cuatro de los 8 bloques de cada ensayo, durante una semana cada 21 días. El consumo de alimento fue medido en g/ave/día, mientras que la conversión de alimento se midió en g de huevo/g de alimento y en kg de alimento/docena de huevos producida.

### 2.5.3 Calidad del huevo

**2.5.3.1 Peso promedio de huevos (g)** Se tomó el peso de los huevos de los diferentes tratamientos durante tres días consecutivos, cada 21 días; se pesaron siete huevos de cada tratamiento de cuatro de los ocho bloques.

**2.5.3.2 Gravedad específica** Una vez pesados los huevos, se procedió a medir la gravedad específica. Esta prueba se realizó a través del método de flotación a distintas concentraciones salinas, las cuales variaron en un rango desde 1.068N (Normal) en incrementos de 4 milésimos hasta llegar a 1.100N, estas concentraciones se determinaron haciendo uso de un hidrómetro y se verificaron antes de cada toma de datos. Las tomas de datos se realizaron por tres días consecutivos cada 21 días, junto con el parámetro peso del huevo.

**2.5.3.3 Unidades Haugh (UH)** son usadas como indicadores de la calidad interna del huevo, fueron propuestas por Raymond Haugh en 1937, este método consiste en medir la altura de la albúmina en su parte más alta, teniendo cuidado de no tomar medida de la chalaza pues saldría muy alto. Con la altura de albúmina y el peso del huevo mediante una fórmula dada se calcula las UH, en una escala de 0 a 110, a menor valor menor calidad (Stadelman y Cotterill, 1977).

La medida de la altura de la albúmina se realizó durante tres días consecutivos, cada 21 días, de los mismos huevos que se emplearon para evaluar el peso de huevo, conversión y consumo de alimento.

### **2.5.3 Mortalidad (%):**

La mortalidad se tomó diariamente en todos los bloques de cada ensayo durante el transcurso del experimento; cada gallina que se extrajo se anotó y se repuso con las gallinas situadas en los bordes, esto para no afectar la toma de datos de las demás variables.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. PRODUCCIÓN DE HUEVOS

Como se muestra en el Cuadro 4, la productividad de la gallina fue afectada por la inclusión de semolina de arroz en la dieta. Al evaluar la sustitución de niveles de 10%, 30%, y 40% de maíz por semolina contra el testigo (0% semolina de arroz) no se encontraron diferencias significativas, a pesar de eso se observó una tendencia en la disminución del porcentaje de postura al ir aumentando la semolina. Se observó que con niveles de 20% el porcentaje de postura se reduce significativamente, esto es debido a un error en la elaboración del concentrado, lo que afectó negativamente la producción de huevos y el comportamiento de la misma. Se observó una reducción significativa del porcentaje de postura al utilizar 50% de sustitución de maíz por semolina en la ración comparada con el testigo ( $P=0.055$ ) y con 10% ( $P=0.053$ ).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Din *et al.* (1978) quien demostró que dietas de ponedoras que contienen 17%, 27%, y 40% de semolina (30%, 40% y 60% de sustitución) mantenían la producción, el consumo de alimento, la conversión alimenticia (kg/dz), peso de huevo y porcentaje de mortalidad, sin ninguna diferencia con el testigo. En el caso del porcentaje de postura los resultados obtenidos por el autor fueron 71.7%, 69.9% y 69.5% respectivamente para los tratamientos, y 69.1% para el testigo; este autor menciona el aumento en el valor nutritivo de las dietas cuando la semolina es sometida a procesos de peletización y autoclave.

Piliang *et al.* (1981) publicaron que inclusiones de 19.5 y 39% (25 y 50% de sustitución de maíz por semolina) en la dieta de ponedoras no mostraron diferencias significativas en porcentaje de postura (74.5% y 73% respectivamente) comparados con el testigo (79.4%) basándose en maíz, además, reporta un aumento significativo en la producción de huevos y en la calidad de la cáscara al suplir con Zinc y Calcio en dietas conteniendo altos niveles de semolina de arroz, este hecho expone la presencia de factores que afectan la biodisponibilidad de estos minerales, uno de estos factores puede ser el alto contenido de ácido fítico (fitatos) el cual forma quelatos con minerales reduciendo su disponibilidad; reporta también un incremento desde 0.55% de fósforo (dieta testigo) hasta 1.09% (50% semolina) en la ración debido al incremento de fósforo en forma de fitatos. El mismo autor cita resultados de varios autores los cuales describen exitosamente la inclusión de 20% hasta 45% de semolina en dietas de ponedoras: Mahadevan *et al.*, 1957; Panda and Gupte, 1965; Cuca and Avila, 1974; Apandi *et al.*, 1974; Lodhi and Ichhponani, 1975.

Deolankar (1979; citado por Piliang *et al.*, 1982) reportó que la adición de carbonato de calcio es importante para mejorar la relación calcio-fósforo en las dietas que contienen semolina de arroz, especialmente en ponedoras en jaula ya que no hay reciclaje de calcio de la cama, como se muestra en el Cuadro 5 no hubo diferencia en la calidad de cáscara a través de todas las dietas por lo que la relación calcio-fósforo no fue afectada por la implementación de semolina.

Estudios realizados por Maust *et al.* (1972) hacen referencia al contenido de fibra de la semolina de arroz específicamente al del sílice, el cual al aumentar en una unidad porcentual causa un decremento en tres unidades porcentuales en la digestibilidad de la semolina de arroz. El alto contenido de fibra en la semolina fue una de las razones por las que la producción de huevos decreció significativamente al utilizar 50% de sustitución de maíz por semolina. Un elevado contenido de fibra bruta en la dieta provoca un incremento en la escamación de las células del epitelio intestinal (Berger, 1975; citado por Pérez, 1997), originando también una mayor secreción de mucina en el intestino, por lo que las pérdidas endógenas de aminoácidos aumentan (De Blass, 1991; citado por Pérez, 1997).

**Cuadro 4. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre la productividad y eficiencia en ponedoras desde 20 hasta 38 semanas de edad**

Tratamiento	Producción de huevos* (%)	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia	
			(gh/ga) <sup>1</sup>	(Kg/dz) <sup>2</sup>
T0 (control)	92.0 <sup>a</sup>	102.3	0.563	1.34
T1 (10%)	91.9 <sup>a</sup>	100.4	0.584	1.31
T2 (20%)	83.5 <sup>b</sup>	99.1	0.592	1.41
T3 (30%)	88.7 <sup>ac</sup>	94.9	0.626	1.29
T4 (40%)	89.0 <sup>ac</sup>	96.9	0.602	1.31
T5 (50%)	86.3 <sup>bc</sup>	95.8	0.614	1.33

<sup>1</sup> gh/ga = gramos de huevo por gramos de alimento.

<sup>2</sup> Kg/dz = Kilogramos de alimento por docena de huevos

\* valor F= 5.56; P= 0.0029

### 3.2. CONSUMO DE ALIMENTO

No se encontró diferencia significativa en este parámetro entre los diferentes tratamientos (Cuadro 4); estos resultados fueron similares a los que obtuvo Din *et al.*, (1978) quienes con niveles de 30%, 40% y 60% de sustitución no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento (119, 112.6, 127 g/día respectivamente) con el testigo (114.9 g/día). Asimismo Piliang *et al.* (1981) con los mismos niveles de inclusión no encontraron diferencias significativas.

A pesar de ello, se observó que a medida que se aumenta el porcentaje de semolina en la dieta el consumo disminuye; está comprobado que el consumo de alimento por el ave está regido por el requerimiento de las mismas, y que dejará de comer cuando llene sus

requerimientos. Este no es el caso del presente ensayo pues a la vez que se redujo el consumo de alimento se notó una reducción de la producción de huevos. Lo que pudo afectar el consumo fue la textura del alimento ya que la semolina al tener un tamaño de partícula muy fino le imparte esta textura al alimento; se sabe que la gallina es selectiva en cuanto al tamaño de partícula en el alimento, prefiriendo las partículas de mayor tamaño como la del maíz y dejando como residuo la semolina, de ahí que no fuera capaz de llenar sus requerimientos para producción bajando el porcentaje de postura al igual que el consumo. Se observó que a medida se incrementó el porcentaje de semolina, la condición física de las gallinas fue bajando, esto es atribuido a la remoción de reservas corporales para mantener la producción.

### 3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.

No se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia, tanto expresada en kilogramos de alimento consumido por docena de huevos producidos como en gramos de huevo por gramos de alimento.

En el caso de kilogramos de alimento consumido por docena de huevos producidos se observó que se reducía, no significativamente, a medida se incrementaba el porcentaje de semolina en la ración, esto era lo esperado ya que tanto el consumo de alimento como la producción de huevos de los tratamientos se reducían, aún cuando en el consumo no fue significativo, a medida que se incrementaba el nivel de semolina en la ración, por lo que la relación kg de alimento/dz de huevos se redujo en los respectivos tratamientos.

Caso contrario con la eficiencia de conversión alimenticia expresada en gramos de huevo por gramos de alimento en la cual se observaron incrementos, aunque no fueron significativos, a medida que se incrementaba el nivel de semolina de arroz, este incremento se le atribuye al incremento de semolina en la ración; el peso de huevo sufre también incrementos aunque estos no sean significativos (Cuadro 4).

Los resultados coincidieron con los obtenidos por Din *et al.*, (1978) quien con niveles de 30%, 40% y 60% de sustitución de semolina obtuvo 2.1, 2.4 y 2.4 kg de alimento/ docena de huevos respectivamente, los cuales al compararlos con el testigo (1.9) no mostraron diferencias significativas.

### 3.4. PESO DE HUEVO.

No hubo diferencia significativa en el peso de los huevos, aun cuando se vio un incremento en el peso a medida que se aumentó la inclusión de semolina en la dieta (Cuadro 5), este incremento en el peso es atribuido al alto contenido de ácido linoleico en la semolina de arroz que puede variar desde 27 hasta 40.7% del contenido total de los ácidos grasos (Tinarelli, 1989). Según Cheeke (1991) el ácido linoleico es precursor de la síntesis de lipoproteínas en el hígado que pueden ser transportados al ovario para su deposición en el huevo, esto es muy importante en aquellos casos que el huevo se comercialize por peso y no por unidad. Los resultados coincidieron con los obtenidos por

Din *et al.* (1978) quienes con dietas conteniendo 30%, 40% y 60% de sustitución de maíz por semolina obtuvieron pesos promedios de 57.2, 59.8 y 59.5 g respectivamente, los cuales no fueron diferentes a 56.7 g que fue el peso promedio de huevo de las gallinas sometidas al tratamiento testigo.

Según Sandoval (1994) los requerimientos de ácido linoleico de las gallinas ponedoras no deben ser mayores a 9 g/kg, pero el tamaño del huevo responde positivamente a dietas con altos contenidos de ácidos grasos de absorción lenta. Jensen *et al.* (1964) citados por el mismo autor demuestran que el tamaño del huevo aumenta cuando los niveles de ácido linoleico en la dieta también aumentan a 2.7%, 3.0% y 4.3%.

**Cuadro 5. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz sobre la calidad del huevo y la mortalidad**

Tratamiento	Peso de huevo (g)	Gravedad específica	Unidades Haugh	Mortalidad (%)
T0 (control)	57.1	1.0840	95.9	1.19
T1 (10%)	57.9	1.0846	95.7	2.38
T2 (20%)	58.0	1.0853	97.3	4.76
T3 (30%)	58.4	1.0845	97.0	3.27
T4 (40%)	58.0	1.0841	95.6	1.78
T5 (50%)	58.2	1.0842	96.9	2.08

### 3.5. GRAVEDAD ESPECÍFICA

No se encontró diferencia significativa en la gravedad específica de los huevos de los distintos tratamientos (Cuadro 5). Se debe tomar en cuenta que a medida que avanza la edad de la gallina la gravedad específica disminuye; los rangos de gravedad específica estuvieron dentro de los permitidos por la industria.

Los resultados obtenidos de este ensayo coinciden con los reportados por Piliang *et al.* (1981) de que con niveles de sustitución de 25 y 50% del maíz por semolina, tanto la gravedad específica como las unidades Haugh no variaron significativamente.

### 3.6. UNIDADES HAUGH.

No se encontró diferencia significativa en el valor de las unidades Haugh de los huevos en los distintos tratamientos (Cuadro 5). Cuando se rompe un huevo sobre una superficie plana y si la clara se desparrama con una apariencia acuosa, indica que el huevo está pasado (Coutts y Wilson, 1995). La medida de 75 unidades Haugh se debe considerar como un mínimo de calidad (Quintana, 1988).



Aparentemente, la razón principal de la pérdida de viscosidad en la albúmina densa es debida al rompimiento del complejo ovomucina-lisozima, atribuido a un aumento en el pH de 7.3 a 9 por la liberación de dióxido de carbono durante el almacenamiento, y en menor proporción es afectada por el tipo de alimento (Calidad interna del huevo, 1985).

Esta pérdida de viscosidad se puede controlar reduciendo el período de almacenamiento en granja, incrementando el número de recogidas, envasando los huevos los días de recogida reduciendo así el tiempo de almacenamiento y clasificando los huevos lo más frescos posibles (Courts y Wilson, 1995).

Los resultados obtenidos de este ensayo coinciden con los reportados por Piliang *et al.* (1981) de que con niveles de sustitución de 25% y 50% del maíz por semolina no afecta la calidad interna del huevo de mesa.

### **3.7. MORTALIDAD.**

El porcentaje de mortalidad (Cuadro 5) no fue influenciado por el nivel de semolina de arroz en la dieta, estos datos estuvieron de acuerdo por los publicados por Din *et al.* (1978), quienes con niveles de 30%, 40% y 50% de sustitución de maíz por semolina obtuvieron mortalidades promedios de 10%, 5% y 7.5% respectivamente, las cuales al compararlas con el 5% de mortalidad del tratamiento testigo, no fueron significativas.

## 4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis se realizó en base a 168 gallinas por cada tratamiento y con una duración del ensayo de 16 semanas. El análisis (cuadro 6) muestra que el tratamiento con 30%, 40%, y 50% de sustitución del maíz por semolina son los de rentabilidad más alta con 25% los primeros dos y 24% para el último; el control fue el que percibió la rentabilidad más baja con únicamente 18%, estos datos no están sostenidos sobre una base estadística significativa, únicamente sobre aspectos económicos.

Las cifras de rentabilidad nos indican el porcentaje del costo total que representan las utilidades (Beneficio neto); así para el caso del tratamiento con 30% de sustitución, de cada lempira que tengamos como costo total (costos variables mas costos fijos) se están percibiendo 25 centavos de lempira como utilidad, hay que tener en cuenta que están sobre la base de 16 semanas por lo que sería un error compararla con el interés pagado en las instituciones bancarias, pues éstas son tasas anuales.

Las diferencias en rentabilidad se atribuyen principalmente a la diferencia en el costo de alimento (Cuadro 9), Y en menor grado a las diferencias en producción y en consumo.

Se realizó un análisis marginal<sup>1</sup> (Cuadro 8) Para determinar los costos en que se incurrió para obtener un determinado incremento en los beneficios netos. En la curva de beneficios netos (Gráfico 1) Las pendientes de las líneas que unen los puntos representan las tasas de retorno marginal (Cuadro 8), Para simplificar el análisis marginal se excluyeron algunos de los tratamientos mediante un análisis de dominancia<sup>2</sup> (Cuadro 7).

El análisis de dominancia se efectúa primero ordenando los tratamientos con costos ascendentes. Se dice entonces que un tratamiento dominado es aquel cuyos beneficios netos son menores o iguales de un tratamiento de costos más bajos; así, en este estudio los tratamientos con 10%, 20%, y control son dominados y se eliminan del análisis marginal.

Del análisis de dominancia se puede afirmar que el tratamiento con 30 % de sustitución de maíz por semolina de arroz es superior que los de 10%, 20%, y el control. Pero si se desea comparar entre los tratamientos con 30%, 40% y 50% de sustitución es necesario realizar un análisis marginal.

---

<sup>1</sup> Metodología propuesta por el Centro Internacional de mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), 1988.

<sup>2</sup> Adaptado de CIMMYT, 1988.

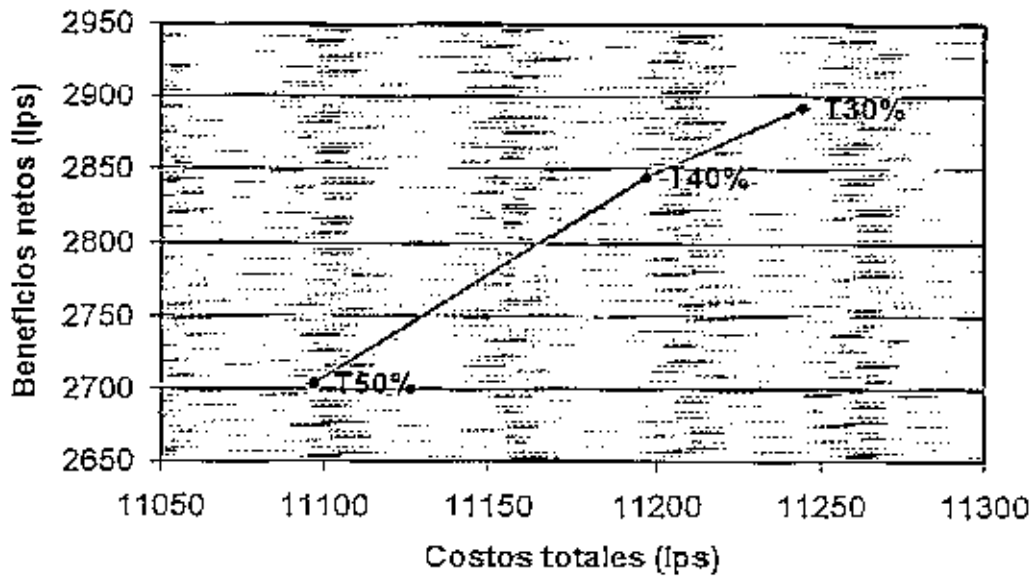
**Cuadro 6. Análisis de rentabilidad, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas de ponedoras**

	TC (control)	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	T4 (40%)	T5 (50%)
<b>PRODUCCION</b>						
Cajas	47.27	47.94	46.27	47.13	46.81	46.00
Docenas de huevo/ave	8.44	8.56	8.26	8.42	8.36	8.21
<b>INGRESOS</b>	14,180.55	14,381.41	13,881.75	14,137.39	14,042.77	13,800.41
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
Pollas	4,132.80	4,132.80	4,132.80	4,132.80	4,132.80	4,132.80
Alimento	6,766.19	6,548.34	6,369.89	6,060.94	6,016.90	5,923.46
Cartones	438.51	444.73	429.28	437.19	434.25	426.77
Total	11,337.50	11,125.87	10,931.98	10,630.93	10,583.96	10,483.03
<b>Margen de contribución</b>	2,843.05	3,255.54	2,949.77	3,506.46	3,458.81	3,317.38
<b>COSTOS FIJOS</b>						
Vanodyne	29.22	29.22	29.22	29.22	29.22	29.22
Mano de obra	276.60	276.60	276.60	276.60	276.60	276.60
Depreciación	307.71	307.71	307.71	307.71	307.71	307.71
Total	613.52	613.52	613.52	613.52	613.52	613.52
<b>COSTOS TOTALES</b>	11,951.02	11,739.4	11,545.50	11,244.45	11,197.48	11,096.55
<b>UTILIDAD</b>	2,229.53	2,642.01	2,336.25	2,892.94	2,845.29	2,703.86
<b>RENTABILIDAD (%)</b>	18.66	22.51	20.24	25.73	25.41	24.37
<b>RENTABILIDAD POR AVE</b>	0.111	0.134	0.120	0.153	0.151	0.145

**Cuadro 7. Análisis de Dominancia, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas de ponedoras**

Tratamiento	Costos totales	Beneficios netos	Dominancia
T5(50%)	11,096.55	2,703.86	
T4(40%)	11,197.48	2,845.29	
T3(30%)	11,244.45	2,892.94	
T2(20%)	11,545.50	2,336.25	Dominado
T1(10%)	11,739.40	2,642.01	Dominado
TC(control)	11,951.02	2,229.53	Dominado

Grafico 1. Curva de beneficios netos de los tratamientos dominantes



En la curva de beneficios netos cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y sus costos totales. El Gráfico 1 ilustra la relación de los costos totales y los beneficios netos de los tratamientos dominantes, nótese que la pendiente de la curva que une 40% con 30%.

El objeto del análisis marginal es revelar exactamente el comportamiento de los beneficios netos al cambiar de un tratamiento a otro cuyos costos son mayores. Es decir, que si al pasar del tratamiento de 50% de sustitución al 40% se deberá gastar 100,93 lempiras, se recuperaran los 100,93 lempiras (hay que recordar que los costos ya se restaron de los beneficios) más 141,43 lempiras de ganancia (Cuadro 8).

Asimismo si del tratamiento de 40% se pasara al tratamiento de 30% se gastarían 46,97 lempiras los cuales se recuperarían y se ganarían 47,65 lempiras adicionales (Cuadro 8). Si se pasa del tratamiento de 50% de sustitución de maíz por semolina de arroz que es el de menor beneficio neto al de 30% que el de mayor se necesitaría gastar 147,9 adicionales y se obtendría una ganancia de 189,08 lempiras (Cuadro 8).

Lo antes expuesto se simplifica con el cálculo de la tasa de retorno marginal, la cual fue mayor con 140% en el caso que se pase del tratamiento de 50% de sustitución de maíz por semolina al 40%; así por cada lempira gastado en incrementar el maíz hasta una relación 60% maíz y 40% semolina, recuperaría el lempira más 1,40 lempiras adicionales.

Cuadro 8. Tasa de retorno marginal para los tratamientos dominantes

Tratamiento	Costo total	Costo marginal	Beneficio neto	Beneficio neto marginal	Tasa de retorno marginal
T5(50%)	11,096.55		2,703.86		
T4(40%)	11,197.48	100.93	2,845.29	141.43	140.12%
T3(30%)	11,244.45	46.97	2,892.94	47.65	101.44%
T5(50%)	11,096.55	147.9	2,703.86	189.08	127.84%

Cuadro 9. Costos de las raciones, ensayo sustitución de maíz por semolina de arroz

	T CONTROL			T1		T2		T3		T4		T5	
	Lps / lb.	cantidad	Total	Cantidad	Total	Cantidad	Total	Cantidad	total	Cantidad	total	Cantidad	total
Maíz	1.25	56.410	70.51	50.770	63.46	45.130	56.41	39.490	49.36	33.850	42.31	28.210	35.26
Semolina	0.88	0.000	0.00	5.640	4.96	11.280	9.92	16.920	14.88	22.560	19.85	28.200	24.81
Harina de soya 48	1.65	28.38	46.82	27.906	46.04	27.634	45.59	27.557	45.46	27.481	45.34	27.145	44.78
Dical (biofos)	2.79	1.572	4.38	1.543	4.30	1.511	4.21	1.475	4.11	1.438	4.01	1.407	3.92
Carbonato de calcio	0.35	8.513	2.97	8.779	3.07	8.911	3.11	8.913	3.11	8.915	3.12	8.917	3.12
Sal común	0.55	0.350	0.19	0.350	0.19	0.350	0.19	0.350	0.19	0.350	0.19	0.350	0.19
Tylan 40	88.99	0.140	12.45	0.140	12.45	0.140	12.45	0.140	12.45	0.140	12.45	0.140	12.45
Aceite vegetal	2.83	4.191	11.86	4.429	12.53	4.604	13.02	4.719	13.35	4.833	13.67	5.201	14.71
Premezcla ponedoras	12.77	0.230	2.93	0.230	2.93	0.230	2.93	0.230	2.93	0.230	2.93	0.230	2.93
Carophyll	834.54	0.002	1.66	0.002	1.66	0.002	1.66	0.002	1.66	0.002	1.66	0.002	1.66
DL- Metionina	26.36	0.212	5.58	0.211	5.56	0.208	5.48	0.204	5.37	0.200	5.27	0.198	5.21
Precio Total			159.41		157.20		155.03		152.94		150.84		149.10

## 5. CONCLUSIONES

El maíz en la ración se puede sustituir por semolina de arroz hasta en un 40% sin afectar la producción de huevos; en sustituciones del 50% se reduce significativamente la producción de huevos hasta las dieciséis semanas de producción.

El consumo de alimento no fue significativamente diferente entre tratamientos, aun cuando se notó una leve reducción a mayor contenido de semolina. La conversión alimenticia tanto en kg. de alimento/docena de huevo, como en gramo de huevo producido por gramo de alimento consumido no diferenciaron entre los distintos tratamientos.

El peso del huevo no fue afectado significativamente por la semolina de arroz, aun cuando se notó un leve incremento en peso al aumentar el contenido de semolina en la dieta; esto supone un mayor contenido de ácido linoleico en este subproducto de la molienda de arroz.

La calidad interna del huevo medida en unidades Haugh así como la gravedad específica (parámetro de la calidad de cáscara), y la mortalidad, no fueron afectadas por la sustitución hasta del 50% de maíz por semolina de arroz en la dieta.

En el análisis económico, el tratamiento de 30% de sustitución de maíz por semolina tuvo la mayor rentabilidad con 24.7% para 168 gallinas en 16 semanas aun cuando no existió diferencia significativa en la respuesta biológica con los demás tratamientos. En el análisis de dominancia se descartaron los tratamientos con 10%, 20% y el control por tener un mayor costo con un beneficio menor o igual que los tratamientos de 30%, 40% y 50%.

## 6. RECOMENDACIONES

Bajo condiciones de manejo de Zamorano y durante la primera fase de postura, obtendrán los mismos resultados en cuanto a producción, consumo de alimento, conversión alimenticia y calidad de huevo si se sustituye el maíz por semolina de arroz hasta en un 40%; La mejor rentabilidad se obtendrá si se sustituye el 30% del maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras.

Se recomiendan futuras investigaciones con semolina de arroz parvolizada o sometida a procesos de autoclave para eliminar posibles factores antinutricionales, además de suplir dichas dietas con carbonato de zinc para aumentar la biodisponibilidad de dicho elemento.

Se recomienda tener muy en cuenta la calidad de la semolina a utilizar en la ración, ésta depende del proceso de molienda del arroz. El manejo de esta materia prima previo a la utilización en la ración es de suma importancia para evitar procesos de enranciamiento.

Se recomienda para futuras investigaciones con semolina de arroz evaluar la factibilidad económica y biológica de utilizar extrusión y así mejorar la textura del alimento y, por consiguiente, el consumo.



## 7. BIBLIOGRAFIA.

APANDI, M.; ATMADILAGA, D.; BIRD, H.R. 1974. Indonesian fish meals as poultry feed ingredients; Effects of species and spoilage. *World's Poultry Science Journal* 30: 176-182.

BELYEA, J.L.; LEDOUX, D.R.; GARCIA, A. 1992. Bioavailability of phosphorus in stabilized and raw rice bran. *Journal of Applied Poultry Research* 1: 315-320.

BERGER, O.H.; ZIMMER, M. 1975. *Archiv für Tierernährung* 25, 96.

CALIDAD INTERNA del Huevo. 1985. *Avicultura profesional* 3(3):98.

CHEEKE, P.R. 1991. *Applied animal nutrition; Feeds and feeding*. Macmillan Publishing Company, New York. 504p.

CIMMYT 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Edición completamente revisada. CIMMYT, Mexico D.F.

COUTTS, J.A.; WILSON, G.C. 1995. *Manual práctico de calidad del huevo*. 2ed. Department of Primary Industries, Queensland, Australia. 47p.

CUCA, M.; AVILA, G. 1974. Sources of protein and energy for poultry in Latin America. *World Review of Animal Production* 10: 58-65.

DE BLASS, C.; MATEOS, G. 1991. *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*. UTEHA, Madrid España. 263p.

DEOLANKAR, R.P.; SINGH, K.S. 1979. Trypsin inhibitor, mineral availability and performance of broiler chickens fed on diets based on rice bran. *Animal Feed Science Technology* 4: 133-141.

DIN, M.G.; SUNDE, M.L.; BIRD, H.R. 1979. Effect of feeding plant by-products diets on growth and egg production. *Poultry Science* 58: 1274-1283.

FAO, 1990-1998. FAOstat datanase, [http:// apps1.fao.org](http://apps1.fao.org).

HEUSER, G.F. 1955. *Feeding Poultry*; John Wiley and Sons inc., New York.

- HOUSTON, D.F.; KOHLER, G.O. 1970. Nutritional properties of rice. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- JENSEN, L.S.; WAGSTAFF, R.K.; PARKS, F.P.; MARTINSON, R.D. 1964. Linoleic acid requirement of laying hens. *Poultry Science* 43:1333.
- JURGENS, M.H. 1997. *Animal feeding & nutrition*, 8<sup>th</sup> edition, Kendall/ Hunt Publishing company, Iowa. 585p.
- KRATZER, F.H.; EARL, L.; CHIARAVANONT, C. 1974. Factors influencing the feeding value of rice brand for chickens. *Poultry Science* 53: 1795-1800.
- LODHL, G.N.; ICHHPONANI, J.S. 1975. Effect of feeding deoiled rice polishings on the growth and subsequent productive performance of White Leghorn pullets. *Journal of Sci. Food Agr.* 26: 641-652.
- MAHADEVAN, P.; PANDTTESEKERA, D.G.; WHITE, J.S.; ARUMUGAM, V. 1957. The effects of tropical feedingstuffs on growth and first year egg production. *Poultry Science* 36: 286:295.
- MAUST, L.E.; SCOTT, M.L.; POND, W.G. 1972. The metabolizable energy of Rice brand, cassava flour, and blackeye cowpeas for growing chickens. *Poultry Science* 51: 1397-1401.
- PANDA, B.; GUPTA, S.M. 1965. Utilization of rice by-products in animal industry. *Journal of Poultry Science Technology* 2: 120-123.
- PERÉZ, J.F. 1997. Uso de harina de coquito en dietas para ponedoras. Tesis ingeniero agrónomo, Francisco Morazán, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 23p.
- PILIANG, W.G.; BIRD, H.R.; SUNDE, M.L. 1982. rice brand as the major energy source for laying hens. *Poultry Science* 61: 357-363.
- QUINTANA, J.A. 1988. Avitecnia: manejo de las aves domésticas más comunes. Trillas, México, D.F. 305p.
- RAVIDRAN, V.; BLAIR, R. 1991. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific region. *World's Poultry Science Journal* 47:213-231.
- SANDOVAL, D.M. 1994. Efecto de la restricción de alimento en el tamaño y producción de huevos. Tesis Ing. Agr., Francisco Morazán, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 35p.
- SAS Institute. 1996. SAS<sup>®</sup> User's guide statistics. Version 6.12 Edition. SAS institute Inc., Cary, NC.

SERNA, S.R. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. , AGT editor, México, 521P.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. 1977. Egg science & technology. 2ed. AVI, Wesport, Conn. 323p.

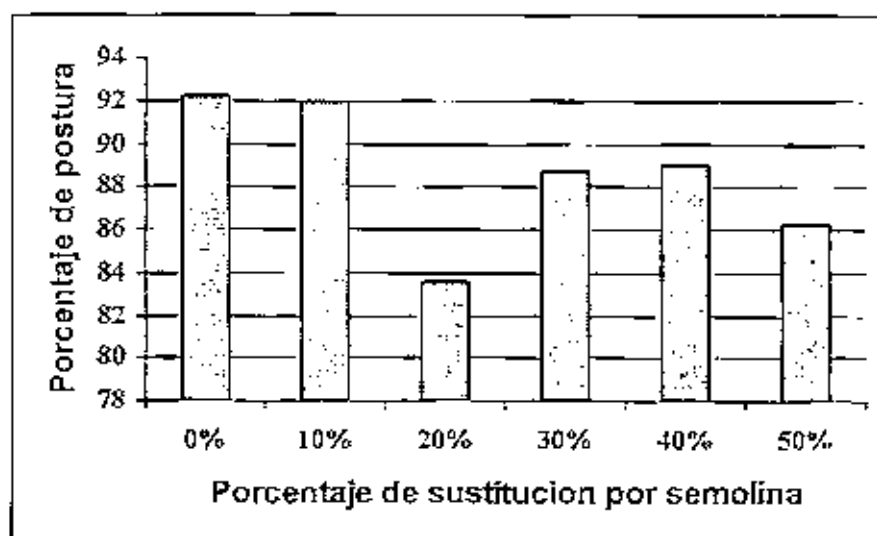
TINARELLI, A. 1989. El arroz. 2<sup>ed</sup>. Artes Graficas Palermo, Madrid. 575p.

**Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad  
Para mortalidad y calidad interna del huevo**

FUENTE	G.L.	UH <sup>1</sup>	MORTALIDAD
Modelo	41	30.95	0.019
Tratamiento	5	9.63	0.036
Error	54	4.10	0.013
C.V.		2.10	111.93
R <sup>2</sup>		0.85	0.52
Valor F (tratamiento)		1.11	1.76
Probabilidad		0.38	0.17

<sup>1</sup> Unidades Haugh

**Anexo 5. Comparación del porcentaje de postura entre los  
distintos niveles de sustitución de maíz**



## 8. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad  
Para producción de huevos y consumo de alimento

FUENTE	G.L.	POSTURA	CONSUMO DE ALIMENTO
Modelo	41	67.65	218.45
Tratamiento	5	117.40	132.75
Error	54	29.63	98.05
C.V.		6.13	10.07
R <sup>2</sup>		0.63	0.63
Valor F (tratamiento)		5.56	0.98
Probabilidad		0.0029	0.45

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad  
Para conversión alimenticia

FUENTE	G.L.	kg / dz <sup>1</sup>	gh / ga <sup>2</sup>
Modelo	41	0.048	0.005
Tratamiento	5	0.029	0.007
Error	54	0.019	0.003
C.V.		10.59	9.99
R <sup>2</sup>		0.64	0.54
Valor F (tratamiento)		0.81	1.49
Probabilidad		0.56	0.24

<sup>1</sup> kilogramo de alimento por docena de huevo.

<sup>2</sup> gramo de huevo por gramo de alimento.

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad  
Para calidad de huevo

FUENTE	G.L.	PESO DE HUEVO	GRAVEDAD ESPECÍFICA
Modelo	41	12.33	0.000007
Tratamiento	5	3.26	0.000004
Error	54	1.08	0.000001
C.V.		1.79	0.11
R <sup>2</sup>		0.89	0.78
Valor F (tratamiento)		2.15	1.73
Probabilidad		0.10	0.17

## Anexo 6. Efecto de la deficiencia de Zn sobre la síntesis de prostaglandinas

