

# Evaluación de seis niveles de semolina de arroz en dietas comerciales para pollo de engorde.

Roberto de Jesús Escobar Contreras

MICROFIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**ZAMORANO**  
Departamento de Zootecnia

Octubre, 1999

# **Evaluación de seis niveles de semolina de arroz en dietas comerciales para pollo de engorde.**

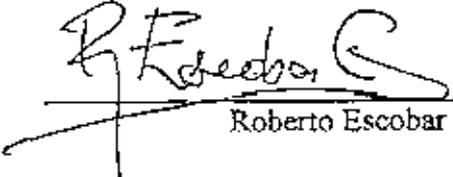
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de Licenciatura.

Presentado por

**Roberto de Jesús Escobar Contreras**

**Zamorano - Honduras**  
Octubre, 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 del autor.



Roberto Escobar

Zamorano - Honduras  
Octubre, 1999

## DEDICATORIA

A Dios por nunca haberme dejado desamparado  
A mi padre y madre por su infinito amor incondicional  
A mis hermanos  
A mi familia

## AGRADECIMIENTOS

Para las personas que siempre han estado en mis pensamientos y corazón a lo largo de mi vida; así como las que fueron y llevaré siempre conmigo, por haber proporcionado todos esos momentos que dejaron y seguirán dejando huellas hasta el final de mi destino.

A la música por acompañarme y haberme ayudado a entender muchos de los sentimientos más especiales, profundos e inolvidables que he vivido (a.v.s.a.a.d.m.c.A.).

A las personas que con su ayuda, apoyo y amistad estuvieron involucradas directa e indirectamente en el desarrollo de este estudio.

Y a Dios, por haber alumbrado mi camino...

Inmensamente gracias.

## RESUMEN

Escobar, Roberto 1999. Evaluación de seis niveles de semolina de arroz en dietas comerciales para pollo de engorde. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. p. 17 p.

La semolina de arroz es una alternativa para la alimentación animal, que deja para el consumo humano al maíz, que es la fuente de energía usada convencionalmente. La semolina es altamente disponible, pero tiene factores que afectan su valor nutricional. El componente que más altera la calidad ideal de la semolina es la cantidad de cascarilla, que aumenta la porción de fibra y cenizas dentro del perfil nutricional de la dieta, volviéndola menos digerible para el animal. El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes niveles de una semolina recién obtenida como fuente energética para pollos de engorde, determinar el nivel óptimo con la mejor respuesta fisiológica del animal y mejor retorno económico. Se usaron 2,400 pollos de ambos sexos de la línea Indian River® de un día de edad, alojados en 12 corrales experimentales de 3 x 4 m. a una densidad de 8.33 pollos por m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron: control sobre la base de maíz y harina de soya, (T1); 20%, (T2); 40%, (T3); 60%, (T4) y 80% de reemplazo del maíz (T5), y todo el requerimiento energético del pollo suplido por semolina. Las variables medidas fueron: Peso corporal, consumo y conversión alimenticia, evaluadas semanalmente; mortalidad evaluada diariamente; el peso y rendimiento de la canal, evaluados a la sexta semana al momento del procesado. Se encontraron diferencias significativas de  $P=0.05$  para todas las variables menos para la de rendimiento de la canal. Los resultados disminuyeron a medida se aumentaba el nivel de semolina y la mejor trayectoria para la mayoría de las variables se obtuvieron con el control y los tratamientos 20 y 40%.

**Palabras claves:** Fuente energética, semolina de arroz, broiler.

## NOTA DE PRENSA.

## SEMOLINA DE ARROZ, ALTERNATIVA PARA LA DISMINUCION DE COSTOS EN LA ALIMENTACION DEL POLLO DE ENGORDE.

Por la importancia que tiene la alimentación en el total de los costos de producción se desarrolló un estudio para determinar la respuesta fisiológica del pollo de engorde ante su alimentación parcial o completa a partir de semolina de arroz, subproducto que cuenta con un precio considerablemente menor que el del maíz, fuente convencionalmente usada.

El experimento se realizó en Zamorano durante los meses de Enero a Mayo, se utilizaron niveles de 0, 20, 40, 60, 80, y 100%. No se observaron diferencias significativas entre los pesos de los pollos alimentados con la dieta en base de maíz y con los niveles 20 y 40 %.

Se observó que al utilizar la semolina sobre el nivel ideal, del caso en referencia, 20%, tiende a disminuir la respuesta biológica del animal. Los pesos corporales, los consumos, las conversiones alimenticias y el peso de las canales se vieron afectadas negativamente por los niveles más altos de semolina.

La rentabilidad y utilidad alcanzada con el nivel 20% de semolina fueron las mayores, luego le siguió el control. Estas fueron disminuyendo a partir del nivel de 40%, siendo el nivel de 100% el de la menor utilidad y rentabilidad. Si se lograra implementar el nivel de 20% en épocas en las que el precio de la semolina se encuentra abajo del precio del maíz, ayudaría a disminuir los costos de alimentación de forma drástica, dejando un margen mayor de beneficios.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Páginas de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	xi
Índice de anexos.....	x
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
2 <b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>4</b>
2.1 Localización y duración.....	4
2.2 Animales.....	4
2.3 Tratamientos.....	4
2.4 Diseño experimental y análisis estadístico.....	7
2.5 Parámetros de evaluación.....	7
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
3.1 Peso corporal.....	8
3.2 Consumo de alimento.....	9
3.3 Conversión alimenticia.....	10
3.4 Porcentaje de mortalidad.....	11
3.5 Peso y rendimiento de la canal caliente.....	11
3.6 Análisis económico.....	12
<b>4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>5 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>6 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>16</b>
<b>7 ANEXOS.....</b>	<b>17</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Comparación entre el perfil nutricional de la semolina de arroz y el maíz.....	5
2.	Composición de las dietas experimentales .....	6
3.	Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el peso corporal del pollo de engorde.....	8
4.	Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el consumo de alimento del pollo de engorde.....	9
5.	Efecto de niveles de semolina de arroz sobre la conversión alimenticia del pollo de engorde.....	10
6.	Efecto de niveles de semolina de arroz sobre la mortalidad del pollo de engorde.....	11
7.	Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el peso de la canal y el rendimiento de la canal del pollo de engorde.....	12
8.	Costo de las dietas.....	12
9.	Comparación del estado de resultados para cada tratamiento.....	13

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para las variables de peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana..... 17
2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para las variables conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad en la sexta semana ..... 17
3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para las variables peso de la canal y porcentaje de rendimiento de la canal en la sexta semana..... 17

## 1. INTRODUCCION

La ganadería incluye una gran diversidad de rubros, en Centro América uno de los más importantes es la Avicultura.

La avicultura ha experimentado un incremento en la producción de carne y huevos debido a los avances en genética, alimentación y creación de nuevos sistemas de manejo. Mejorar la alimentación ofrece a los avicultores una de las mayores áreas en la reducción de costos (Bell, 1986), pues involucra aproximadamente el 75% de los costos totales de producción. Para lograrlo hay que tener amplio conocimiento acerca de la composición química, caracteres físicos, digestibilidad y disponibilidad de las materias primas a usar (Heuser, 1963); como también, las necesidades fisiológicas del animal basadas en sus requerimientos de aminoácidos, minerales, vitaminas y energía (Bell, 1986).

Tradicionalmente, el maíz ha sido utilizado para suplir el requerimiento de energía, pero, su continuo uso ha desarrollado problemas socioeconómicos. En 1993, de los 30 millones de toneladas de maíz que se produjeron en Brasil, solo 2.5 fueron canalizadas hacia la industria procesadora de alimentos y el resto se utilizó para suplir las demandas de la industria avícola, porcícola y de las otras especies domésticas (Orthon, 1996). Es importante utilizar en estas industrias alimentos con ingredientes que no estén directamente relacionados con la alimentación humana para que no se produzca escasez.

Usualmente, los subproductos de los molinos se han empleado en la industria procesadora de alimentos para animales (Orthon, 1996). Estas materias son abundantes en la mayoría de los países tropicales y pueden ser utilizadas en la alimentación animal, sin competir con los alimentos usados directamente para el consumo humano (Maust *et al.*, 1971). Uno de estos subproductos es la semolina de arroz o pulidura de arroz obtenida del beneficiado industrial del arroz, la que representa de 6 a 8.5% del producto (Ravindran y Blair, 1991). Por su alta disponibilidad y bajo precio es una alternativa potencialmente rentable en Centroamérica.

La definición de semolina es inconsistente, se confunde a menudo con puliduras o harinas de arroz, producto de la segunda pasada por el molino. En el contexto asiático es definida como la mezcla de las capas externas del grano de arroz (partes del pericarpio, testa y aleurona), el embrión, endospermo quebrado y niveles variantes de cascarilla (Ravindran y Blair, 1991). En la definición Australiana incluye al embrión, capas internas y externas, puliduras del endospermo almidonoso, endospermos quebrados, pero poca cascarilla. En los Estados Unidos, la semolina contiene niveles un poco más elevados de cascarilla

Una buena semolina contiene de 13 a 17 % de proteína cruda, 17 a 23 % de grasa y 9 a 13% de fibra cruda, 9 a 11 % de cenizas y entre 40 y 61 % de extracto libre de Nitrógeno (Ravindran y Blair, 1991; Orthon, 1996). La cantidad de cascarilla determina la calidad nutritiva de la semolina, a medida que aumenta, también aumenta la cantidad de fibra y ceniza y la semolina se vuelve menos apropiada para la alimentación de los no rumiantes (Ravindran y Blair, 1991).

En 1971, Maust *et al.*, observaron que en la semolina el 30% de la fibra detergente neutra estaba constituida por fibra compuesta y la que a su vez estaba constituida en su mayoría por lignocelulosa (aproximadamente un 20%), la que es de baja digestibilidad para el ave. También determinaron que se podía sustituir con niveles de hasta 40% de glucosa dentro de la ración sin tener efectos adversos sobre el desarrollo del animal y atribuyó un 7% de la disminución en digestibilidad de la semolina a su alto contenido de sílica.

En 1990, Warren y Farrel (b), compararon el valor nutricional de una semolina sin grasa con una entera y encontraron que a niveles mayores de 50%, ambas deprimen el crecimiento de los pollos y que el nivel de 40% de semolina entera, presentaba mejores resultados que su nivel homólogo de semolina desgrasada. Pelletizar la semolina desgrasada solo tiene un efecto marginal sobre la conversión alimenticia.

Una de las principales limitantes de la semolina es su tendencia a enranciarse en poco tiempo, lo que disminuye la capacidad del animal para digerirla. (Hussein y Kratzer, 1982) cuando se agrega el etilendiaminatetraacetato (E.D.T.A), se reduce la rancidez y se obtienen los mismos resultados que con una semolina fresca. El E.D.T.A. no tiene efecto al adicionarlo a muestras que ya presentan rancidez. Al procesar la semolina en el autoclave se neutraliza la actividad lipolítica y se impide la rancidez; Igualmente el desarrollo de ácidos libres es reducido al almacenarla a temperaturas bajas como también cuando se somete al proceso de parbolización.

El parbolizado, es el proceso más común para lograr una calidad constante de la semolina. Consiste en dejar reposar el arroz granza en agua fría o caliente hasta los 75° C, con el objetivo de incrementar la humedad del grano hasta un 35%. El agua absorbida por el endospermo sirve para la gelatinización del almidón, una vez que el grano se expone a cocción, logrando con esto una cantidad de grasa mayor en el subproducto. Orthon (1996) observó que se pueden adicionar niveles de hasta 15% de semolina parbolizada a la ración del pollo. Zombade *et al.*, (1980), determinaron que la menor cantidad de carbohidratos en una semolina parbolizada, se debía a que dicho proceso causa un endurecimiento y una mayor firmeza del grano.

Considerando los factores que pueden afectar el valor nutricional de la semolina, se ha realizado este estudio para determinar su efecto a diferentes niveles en la ración del pollo para identificar el punto de mayor productividad técnica y económica.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el efecto de seis niveles de semolina de arroz en sustitución del maíz, como fuente energética en dietas para pollos de engorde.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Comparar el efecto de la semolina de arroz en la respuesta fisiológica del pollo para los seis niveles, tomando como medida, el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso de canal caliente y rendimiento del canal caliente.

Identificar al tratamiento que resultara en el mejor retorno económico.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

El estudio se llevó a cabo de Enero a Mayo en un galpón de costado abierto situado en la sección de aves de la Escuela Agrícola Panamericana, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 33 kms. de Tegucigalpa, a 800 msnm, una temperatura promedio anual de 24° C y 1,100mm de precipitación.

### 2.2. ANIMALES

Se usaron 1,200 pollos de ambos sexos de la línea Indian River® de un día de nacidos, distribuidos en 12 corrales de 3 x 4 m. con 100 pollos en cada uno, para una densidad de 8.33 aves por m<sup>2</sup>. Durante el tiempo que duró el experimento los animales recibieron comida y agua *ad libitum*.

### 2.3. TRATAMIENTOS

Los 6 tratamientos fueron formulados en un programa de costo mínimo basado en la cantidad de nutrientes recomendados por la línea y la composición química de la semolina de arroz (Cuadro 1). Cada tratamiento se diferenció en el porcentaje de sustitución del maíz. Las dietas se muestran en el cuadro 2.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1 control, a base de maíz y harina de soya.
- T2 reemplazando el 20% de maíz por semolina de arroz.
- T3 reemplazando el 40% de maíz por semolina de arroz.
- T4 reemplazando el 60% de maíz por semolina de arroz.
- T5 reemplazando el 80% de maíz por semolina de arroz.
- T6 reemplazando el 100% de maíz por semolina de arroz.

Cuadro 1. Comparación entre los perfiles nutricionales de la semolina de arroz y el maíz.

Componentes	Semolina de arroz	Maíz <sup>4</sup>
Humedad <sup>1</sup>	14.12 %	11.00
Materia seca <sup>1</sup>	85.88	89.00
Proteína cruda <sup>1</sup>	12.69	8.50
Extracto etéreo <sup>1</sup>	14.03	3.80
Fibra cruda <sup>1</sup>	7.87	2.20
Cenizas <sup>1</sup>	7.76	1.60
Energía metabolizable (kcal/ kg) <sup>2</sup>	3261	3350
Aminoácidos <sup>3</sup>		
Acido aspártico	1.08	---
Treonina	0.46	0.29
Serina	0.49	0.37
Acido glutámico	1.62	---
Prolina	0.52	---
Glicina	0.62	0.33
Alanina	0.75	---
Cistina	0.29	0.18
Valina	0.59	0.40
Metionina	0.25	0.18
Isoleucina	0.37	0.29
Leucina	0.85	1.00
Tirosina	0.36	0.30
Fenilalanina	0.52	0.38
Histidina	0.35	0.23
Lisina	0.56	0.26
Arginina	0.95	0.38
Triptofano	0.11	0.06

<sup>1</sup> Laboratorio de nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana.<sup>2</sup> Poultry Research Farm, University of Georgia, Athens, Georgia.<sup>3</sup> Experiment Station Chemical Laboratories, University of Missouri, Columbia, Estados Unidos.<sup>4</sup> Nutrient Requirement for Poultry, NRC (1,994).

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales

Ingrediente y análisis	INICIO						CRECIMIENTO						FINALIZACIÓN					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)																	
Maíz	50.07	41.16	32.25	23.34	14.46	0.00	58.39	47.94	37.48	27.04	16.56	0.00	61.02	50.09	39.16	28.24	17.31	0.00
Harina de soya (48% PC)	43.17	42.13	41.09	40.05	39.01	40.11	34.84	33.64	32.43	31.23	30.02	28.12	30.95	29.69	28.44	27.18	25.92	23.93
Semolina de arroz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	11.67	23.35	35.00	46.71	65.20	0.00	12.20	24.40	36.60	48.80	68.13
Monofosfato dibásico	0.84	0.79	0.74	0.69	0.64	0.81	0.00	0.90	0.84	0.78	0.72	0.62	0.79	0.72	0.66	0.60	0.53	0.43
Carbonato de calcio	2.03	2.04	2.04	2.04	2.05	1.95	1.76	1.77	1.77	1.77	1.78	1.78	1.86	1.86	1.86	1.87	1.87	1.88
NaCl	0.38	0.38	0.38	0.38	0.36	0.38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix Vitamínico y mineral <sup>1</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Coban 60 <sup>2</sup>	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Aceite vegetal	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.96	3.23	3.27	3.32	3.36	3.41	3.48	4.57	4.62	4.66	4.71	4.75	4.83
Surmax 25 <sup>3</sup>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
D-L-Metionina	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09
L-Lisina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Análisis entonado																		
Proteína Cruda	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
EM kcal/kg	3005	3004	3002	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fósforo disponible	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Metionina	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Lisina	1.48	1.48	1.49	1.49	1.50	1.86	1.24	1.24	1.24	1.25	1.25	1.26	1.12	1.12	1.13	1.13	1.14	1.14

<sup>1</sup> La premixela vitamínica-mineral provee los siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; colicolectrol, 2,500 UI; vitamina B, 10 UI; vitamina K, 2 mg; riboflavina, 5 mg; niacina, 35 mg; D-pantotato de calcio, 10mg; biotina, 43 mg; ácido fólico, 0.75 mg; vitamina B12, 12 mg; cloruro de colina, 250 mg; manganeso, 70 mg; hierro, 30 mg; zinc, 50 mg; cobre, 10 mg; yodo, 1.5 mg; cobalto, 0.15 mg; selenio, 0.19 mg y antioxidante, 10 mg.

<sup>2</sup> Coban 60<sup>®</sup> prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 25 g / 100 lb de alimento.

<sup>3</sup> Surmax 25<sup>®</sup> antibiótico avilamínico, 18.2 g / 100 lb de alimento

## 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con dos repeticiones por tratamiento, distribuidos en 12 corrales experimentales y dos réplicas en el tiempo de 42 días cada una.

Los datos se evaluaron al utilizando un ANDEVA, del Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS® 1994). Los datos corridos en las dos réplicas, se agruparon y se analizaron en conjunto, debido a que no se encontraron diferencias entre las repeticiones. Las variables mortalidad y rendimiento en canal se corrigieron por la función arcoseno. Para la separación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), con una probabilidad mínima de  $P < 0.05$  requerida para aceptar significancia.

## 2.5. PARAMETROS DE EVALUACION

Las variables medidas fueron:

- a. Peso Corporal: (g) pesando semanalmente una muestra de 30% de los pollos en cada tratamiento, 15% de machos y 15% de hembras.
- b. Consumo de alimento: (g) evaluado semanalmente, de la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado durante la semana.
- c. Conversión alimenticia: evaluada semanalmente, resultado de la división del alimento consumido entre el peso ganado por animal al final de cada semana.
- d. Mortalidad: (%) observada diariamente, llevando registro del número y causa de las aves muertas.
- e. Peso de la canal (g): se obtuvo a la sexta semana de edad, después del sacrificio, evaluando una muestra de 15% de machos y 15% de hembras en cada tratamiento.
- f. Rendimiento de canal: (%) se obtuvo al dividir el peso de la canal caliente entre el peso del pollo después del sacrificio, a la sexta semana de edad.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 PESO CORPORAL

Se analizó el comportamiento del peso corporal con las distintas dietas, para cada etapa del ciclo de producción (Cuadro 3). En general se observó que los mejores resultados se obtuvieron con las dietas, control y con 20 y 40% de semolina sin encontrar diferencias entre ellas. A los 7 días el peso fue similar para el control y los tratamientos de 20, 40, 60, 80% de semolina. Sin embargo, el peso final alcanzado por los animales alimentados con el nivel de 100% fue significativamente menor. ( $P=0.0311$ ).

Cuadro 3. Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el peso corporal

Edad	Control	20%	40%	60%	80%	100%	F	P
7 d	140 <sup>a</sup>	123 <sup>ab</sup>	119 <sup>ab</sup>	112 <sup>ab</sup>	115 <sup>ab</sup>	104 <sup>b</sup>	3.24	0.0311
14 d	314 <sup>a</sup>	270 <sup>ab</sup>	270 <sup>ab</sup>	228 <sup>b</sup>	232 <sup>b</sup>	219 <sup>b</sup>	3.97	0.0144
21 d	636 <sup>a</sup>	587 <sup>ab</sup>	574 <sup>ab</sup>	515 <sup>abc</sup>	481 <sup>bc</sup>	428 <sup>c</sup>	5.71	0.0029
28 d	1091 <sup>a</sup>	999 <sup>ab</sup>	946 <sup>ab</sup>	886 <sup>cb</sup>	776 <sup>cd</sup>	700 <sup>d</sup>	12.07	0.0001
35 d	1432 <sup>a</sup>	1429 <sup>a</sup>	1334 <sup>a</sup>	1282 <sup>a</sup>	1183 <sup>b</sup>	1043 <sup>b</sup>	2.69	0.0500
42 d	2046 <sup>a</sup>	2036 <sup>a</sup>	1846 <sup>a</sup>	1553 <sup>b</sup>	1489 <sup>b</sup>	1407 <sup>b</sup>	8.95	0.0003

C.V.= 10.81; F= Valor F; P= Probabilidad.

A los 14, 28 y 42 días, los pesos alcanzados con los tratamientos 60, 80 y 100% fueron menores a los tratamientos con menor nivel de semolina ( $P=0.01$ ). Estos resultados concuerdan con los de Shina *et al.*, (1979), quienes utilizaron nivel de 40% de semolina dentro de la ración sin encontrar diferencias significativas. Los resultados para las tres primeras semanas también concuerdan con los obtenidos por Kratzer *et al.* (1974), quienes utilizaron niveles hasta de 60% de semolina logrando resultados similares a los obtenidos en este experimento.

Madrigal *et al.*, (1995) usaron niveles de 20, 30, 40, 50 y 60% de semolina y encontraron una reducción significativa del peso corporal a la edad de 21 días, de acuerdo aumentaba el nivel del subproducto. Al sacrificio los pesos ya se habían reestablecido sin diferencias significativas entre ellos. La disminución del peso corporal a medida aumenta el nivel de semolina la atribuyen que aumenta la cantidad de fibra y cenizas las cuales son ingredientes que el animal no digiere e interfieren con la asimilación del resto del alimento, además, a medida aumenta el nivel de semolina la energía metabolizable tiende

a disminuir, dejando al pollo en la necesidad de utilizar mayor cantidad para mantenimiento y menor cantidad para crecimiento. También mencionan la posibilidad que la semolina contenga factores que neutralicen la acción de la tripsina y el alto contenido de fitatos que puede afectar el desarrollo del pollo de forma negativa. Para el presente ensayo, al factor al que se le puede atribuir la disminución del peso corporal es a la cantidad de fibra y cenizas, que aumentó a medida aumentó el nivel de semolina en la ración.

### 3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

En el consumo de alimento hubo diferencias ( $P \geq 0.0149$ ) entre los niveles durante el ensayo (Cuadro 4). En general, los mayores consumos se obtuvieron con el testigo y nivel de 20% sin diferencias entre sí. El nivel 40% mostró una tendencia similar, a pesar que a los 14 y 21 días sí hubo diferencia altamente significativa con el testigo y el nivel 20%. En general, los consumos más bajos los mostraron los niveles con mayor porcentaje de semolina (60%, 80% y 100%).

Cuadro 4. Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el consumo de alimento

Edad	Control	20%	40%	60%	80%	100%	F	P
	(a)							
7 d	120 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	111 <sup>ab</sup>	107 <sup>bc</sup>	108 <sup>bc</sup>	99 <sup>c</sup>	9.12	0.0002
14 d	433 <sup>a</sup>	387 <sup>ab</sup>	375 <sup>b</sup>	358 <sup>b</sup>	354 <sup>b</sup>	331 <sup>b</sup>	5.17	0.0046
21 d	1002 <sup>a</sup>	951 <sup>ab</sup>	871 <sup>b</sup>	817 <sup>bc</sup>	843 <sup>bc</sup>	725 <sup>c</sup>	7.85	0.0005
28 d	1861 <sup>a</sup>	1713 <sup>ab</sup>	1567 <sup>abc</sup>	1533 <sup>abc</sup>	1566 <sup>bc</sup>	1288 <sup>c</sup>	6.55	0.0014
35 d	2690 <sup>a</sup>	2665 <sup>a</sup>	2539 <sup>a</sup>	2462 <sup>ab</sup>	2428 <sup>ab</sup>	2040 <sup>b</sup>	3.86	0.0149
42 d	4023 <sup>a</sup>	3957 <sup>ab</sup>	3871 <sup>abc</sup>	3664 <sup>bc</sup>	3601 <sup>c</sup>	3144 <sup>d</sup>	15.19	0.0001

C.V.= 4.45; F= Valor F; P= Probabilidad.

A los 28 días se encontraron diferencias entre los niveles de 80 y 100% y el testigo y los niveles 20,40 y 60% ( $P=0.0014$ ). A los 35 días el consumo del testigo y de los tratamientos 20, 40, 60 y 80% fue similar; sin embargo, el consumo con el nivel 100% fue menor ( $P=0.0149$ ).

La disminución en consumo pudo deberse al alto porcentaje de grasa de la semolina, (12%), por la alta cantidad de ácidos grasos de cadena corta que contiene, los que tienden a enranciarla rápidamente, afectando el olor y sabor del alimento y provocando rechazo por el animal.

Los resultados del consumo de alimento no concuerdan con los de Shina, *et al.*, (1979), los que utilizaron el nivel de 40 % durante la etapa de crecimiento sin encontrar diferencias significativas con la dieta control en base a maíz, aunque el consumo total fue

mayor en los pollos alimentados con la dieta en base a semolina, durante los primeros 21 días. Madrigal *et al.*, (1995) utilizando niveles de 10, 20, 30, 40, 50 y 60% de semolina, encontraron que el consumo de alimento disminuía a medida se aumentaba el nivel de esta dentro de la ración.

### 3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la conversión alimenticia acumulada solo se observaron diferencias a los 42 días. Los mejores resultados los alcanzaron el testigo y los niveles 20, 40 y 60% (Cuadro 5). Los niveles 80 y 100% tuvieron conversiones mayores ( $P=0.0011$ ).

Cuadro 5. Efecto de niveles de semolina de arroz sobre la conversión alimenticia del pollo de engorde

Edad	Control	20%	40%	60%	80%	100%	F	P
	----- (g de alimento/ g de peso) -----							
7 d	0.86	0.98	0.93	0.97	0.95	0.97	0.96	0.4692
14 d	1.38	1.44	1.39	1.55	1.58	1.53	1.32	0.3039
21 d	1.58	1.62	1.52	1.59	1.76	1.73	1.69	0.1913
28 d	1.71 <sup>b</sup>	1.71 <sup>b</sup>	1.64 <sup>b</sup>	1.74 <sup>b</sup>	2.02 <sup>a</sup>	1.84 <sup>b</sup>	6.28	0.0018
35 d	1.95	1.84	1.91	1.92	2.05	1.96	0.54	0.7409
42 d	1.96 <sup>b</sup>	1.94 <sup>b</sup>	2.10 <sup>ab</sup>	2.09 <sup>ab</sup>	2.23 <sup>a</sup>	2.24 <sup>a</sup>	7.16	0.0011

C.V = 4.49; F= Valor de F; P= Probabilidad.

A los 7, 14, 21 y 35 días de edad no hubo diferencias entre el control y los demás niveles. Estos datos no concuerdan con los obtenidos por Madrigal *et al.*, (1995), quienes observaron un aumento en la conversión a medida se aumentaba el nivel de semolina y por Shina *et al.*, (1979), utilizando el nivel de 40% también encontraron diferencias con el testigo en base a maíz.

Pino (1961), evaluó niveles de 5, 10, 20 y 50% de semolina durante la etapa de crecimiento, siendo el nivel de 10% el de la conversión mas baja y el nivel de 50% el que alcanzó la conversión mas alta. El autor repitió la misma prueba con dietas a las que adicionó el antioxidante BHT. Observó que para los niveles bajos de semolina (5, 10 y 20%) la conversión era afectada negativamente, pero para el nivel de 50 % el efecto fue positivo. Estos resultados se deben a que aumentó el contenido de fibra y cenizas, son de baja digestibilidad e interfieren con la asimilación de los demás principios nutritivos de la dieta (Ravindran y Blair, 1991). Otro problema que tiene la semolina es la facilidad con que sus aceites (12% de grasa) se oxidan y de esta manera reduciendo su valor energético. Hussein y Kratzer, (1982) encontraron que al almacenar una semolina, el contenido de ácidos grasos libres, aumentó de 13.7 a 42.8 % en un periodo de 3 meses.

Zombade *et al.*, (1980), trabajó con semolina fresca y semolina parbolizada a niveles de 15, 30, y 45% y encontró que los niveles 30 y 45% de las dos semolinas dieron resultados negativos al no mejorar la conversión alimenticia. Trataron de mejorarlos adicionando lisina, metionina y antioxidante BHT, pero no obtuvieron respuesta positiva.

### 3.4 PORCENTAJE DE MORTALIDAD.

En el Cuadro 6 se puede observar que a los 42 días la mortalidad fue diferente entre los tratamientos. El nivel de 80% mostró la menor mortalidad durante el ciclo aunque no difirió con los tratamientos 20%, 40% y 60%, pero sí con el testigo y el tratamiento de 100% (P= 0.0092).

En las demás semanas no se encontraron diferencias significativas aunque durante los primeros 28 días, los valores menores de mortalidad fueron registrados con el testigo. Se concluye que los niveles de semolina no estuvieron relacionados en la mortalidad del experimento y su incidencia fue por motivos ajenos a ella.

Cuadro 6. Efecto de los niveles de semolina sobre el porcentaje de mortalidad del pollo de engorde

Edad	Control	20%	40%	60%	80%	100%	F	P
	(%)							
7 d	0.5	1.5	1.0	1.7	1.2	1.7		
14 d	1.0	1.7	1.0	2.7	1.5	2.2		
21 d	1.5	3.2	2.2	4.2	2.2	4.0		
28 d	2.5	3.7	2.7	5.5	2.5	5.2	2.98	0.0411
35 d	3.2	4.0	3.0	5.5	2.7	6.2		
42 d	6.0 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>b</sup>	5.5 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>b</sup>	7.7 <sup>a</sup>	4.53	0.0092

C.V.= 14.22; F= Valor de F; P= Probabilidad.

Los resultados anteriores no concuerdan con los obtenidos por Madrigal *et al.*, 1995 quienes no encontraron diferencias significativas durante el desarrollo del experimento que realizaron.

### 3.5 PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL CALIENTE

El mayor peso de la canal caliente se obtuvo con el tratamiento de 20% a pesar que no se encontraron diferencias con el testigo (Cuadro 7). En los demás tratamientos el peso disminuyó a medida que aumentó el contenido de semolina. (P= 0.0001). El rendimiento de canal no fue afectado por los distintos niveles de semolina a pesar que el mejor rendimiento de canal lo logró el nivel de 20%.

Cuadro 7. Efecto de niveles de semolina de arroz sobre el peso de la canal y rendimiento de la canal del pollo de engorde a diferentes días de edad

	Control	20%	40%	60%	80%	100%	F	P
Peso de canal <sup>1</sup> (g)	1423 <sup>a</sup>	1436 <sup>a</sup>	1262 <sup>b</sup>	1190 <sup>bc</sup>	1099 <sup>c</sup>	953 <sup>d</sup>	32.35	0.0001
Rendimiento de canal <sup>2</sup> (%)	69.5	70.5	68.4	67.9	68.3	67.8		

F= Valor F; P= Probabilidad

<sup>1</sup> C.V= 5.36

<sup>2</sup> C.V= 3.38

### 3.7 ANALISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó comparando las libras de carne producidas por cada tratamiento contra los costos totales. A medida se aumentó la cantidad de semolina en las dietas, el precio del concentrado tendió a bajar (Cuadro 9) debido a los precios del maíz (9.86 \$ / qq) y de la semolina (6.33 \$ / qq). En base a estos datos se calculó también el margen de utilidades y de rentabilidad (Cuadro 10).

Cuadro 8. Costo de las dietas

tratamientos	Etapas		
	Inicio	Crecimiento	Finalización
Control	13.54	13.34	13.33
Reemplazo de 20% del maíz	13.14	12.88	12.85
Reemplazo de 40% del maíz	12.72	12.42	12.37
Reemplazo de 60% del maíz	12.33	11.96	11.88
Reemplazo de 80% del maíz	11.93	11.49	11.4
100% de semolina e arroz	12.43	10.76	10.64

Costos en US \$ por cada 100 kg. de concentrado.  
Costos incluyen el valor de los ingredientes y el costo de mezclado.

Con el testigo se obtuvo un mayor ingreso con \$976.01 (Cuadro 9) el que disminuyó a medida se aumentó el porcentaje de semolina. La mayor utilidad y rentabilidad se obtuvieron con el 20% de sustitución con el que se lograron \$317.6 y 50% respectivamente. A partir del nivel 40% los ingresos y las utilidades disminuyeron a medida se aumentó el nivel de semolina. Esto se debe a la relación del costo de la semolina y la respuesta del animal hacia su uso.

Cuadro 9. Comparación del estado de resultados para cada tratamiento

	Control	20%	40%	60%	80%	100%
<b>INGRESOS</b>						
Valor de la carne (\$/kg)	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Carne producida (kg)	554.55	542.29	489.72	454.76	428.93	355.48
Total ingreso (\$)	976.01	954.43	861.91	800.38	754.92	625.04
<b>COSTO</b>						
Fijos (\$)	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
Variables (\$)	645.98	603.77	583.82	550.48	552.33	460.15
Total costos (\$)	679.04	636.83	616.88	583.54	585.39	493.21
<b>UTILIDAD (\$)</b>	296.97	317.6	245.03	216.84	169.53	131.83
<b>RENTABILIDAD DE</b>	44%	50%	40%	37%	29%	27%
<b>COSTOS (%)</b>						

\$=Dolar USA

\$1=14.20

El costo del concentrado del testigo en las tres etapas fué de \$439.31 siendo éste el mayor de todos los tratamientos, mientras que el costo de las raciones para el nivel 20% fue de \$399.24. El costo de las dietas disminuyó a medida que se aumentó el porcentaje de semolina en la ración exceptuando la etapa de inicio en la que al nivel 100% se le tuvo que agregar el aminoácido L-lisina, ya que carecía de este componente.

#### 4. CONCLUSIONES

Se pueden utilizar niveles de semolina de arroz de hasta 40% en la dieta sin tener una respuesta negativa del pollo.

A medida aumenta el nivel de semolina hay una disminución en el consumo del alimento y el peso corporal. La conversión alimenticia aumenta y la mortalidad no cambia.

La máxima utilidad y rentabilidad se obtuvo al utilizar el nivel de 20% de semolina de arroz.

## 5. RECOMENDACIONES

Al trabajar con semolina de arroz se deben realizar los respectivos análisis y hacer las formulaciones en base a los nutrientes que contenga el lote.

Sustituir al maíz por semolina de arroz en las dietas cuando la disponibilidad y el precio sean favorables económicamente

Usar 20% dentro de la ración para lograr buenos pesos y un beneficio económico deseable.

Repetir el experimento a con niveles más específicos entre 10 y 30% de semolina.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- BELL, D. 1986. Mejorando nuestro manejo de las aves. 9 p.
- HEUSER, G.F. 1963. La alimentación en avicultura. Trad. Por José Luis de la Loma México. UTEHA. 607 pp.
- HUSSEIN A.S.; F.H. KRATZER. 1982. Effect of rancidity on the value of rice bran for chickens. Poultry Science 61: 2450-245.
- KRATZER F.H, LESLIE E.; CHIARAVANONT A. 1974. Factors Influencing the feeding value of rice bran for chickens, Poultry Science 53: 1795- 1800.
- MAUST L.E., SCOTT M.L.; POND W.G. 1971. The metabolizable energy of rice bran, cassava flour and blackeye cowpeas for growing chickens. Poultry science 51: 1397-1401
- MADRIGAL S.A., S.E. WATKINS, M.H. ADAMS; P.W. WALDROUP. 1995 defatted, rice bran to restrict growth rate in broiler chickens, Poultry Science Department.
- ORTHON, S.R. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. México. AGT.
- PINO. J.A 1961. Sources of energy for poultry in the pacific area. Asst. Director, Mexican Agricultural Program, The Rockefeller Foundation, Mexico 6, D.F., Mexico
- RAVINDRAN V.; R. BLAIR. 1991. Feed resources for poultry production in Asia and the pacific region. I. Energy sources. World's Poultry Science Journal, Vol 47: 213- 231.
- SAS Institute, 1991. SAS® User's Guide Statistics. Version 6.04 Ediyion. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SINHA S.B., RAO P.V., SADAGOPAN V.R.; PANDA B. 1979. Comparative efficiency of utilization of a few cereals and rice polish in chicks. Indian Journal Animal Science. 50(4). 353- 356.

- WARREN B.E.; FARREL D.J. (a). 1990. The nutritive value of full- fat and deffated Australian rice bran. 1. Chemical composition. *Animal Feed Science and Tecnology*. Vol, 27: 219- 228.
- WARREN B.E.; FARREL D.J. (b). 1990. The nutritive value of full- fat and deffated Australian rice bran. II. Growth studies whit chickens, rats , and pigs. *Animal Feed Science and Technology*. Vol, 27: 229- 246.
- ZOMBADE S.S., LODHI G.N.; ICHHPONANI J.S. 1980. Evaluation of raw and parboiled rice bran. 2. Feeding value for broilers. *Indian Journal Animal Science*. 52 (5): 325- 329.

## 7. ANEXOS

Anexo 1: Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la sexta semana

Fuente	G.L.	Peso corporal	Consumo de alimento
Tratamiento	5	315594.65 (-0.0003)	413935.36 (-0.0001)
Bloque	1	28679.38 (-0.3806)	147589.54 (-0.0334)
Error	16	35267.5	27245.43
C.V.		10.81	4.45
R <sup>2</sup>		0.74	0.84

Anexo 2: Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana

Fuente	G.L.	Conversión alimenticia	Porcentaje de mortalidad
Tratamiento	5	0.0634825 (-0.0011)	0.0049475 (0.0092)
Bloque	1	0.010024 (0.3034)	0.0005069 (0.5055)
Error	16	0.0088636	0.0010927
C.V.		4.49	14.22
R <sup>2</sup>		0.7	0.59

Anexo 3: Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para el peso de la canal y el rendimiento de la canal caliente en la sexta semana

Fuente	G.L.	Peso corporal	Consumo de alimento
Tratamiento	5	140686.88 (0.0001)	0.0004973 (0.804)
Bloque	1	387.89 (0.7691)	0.0012758 (0.2963)
Error	16	4349.38	0.0175102
C.V.		5.36	3.38
R <sup>2</sup>		0.91	0.17