

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**" EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE MAIZ (*Zea mays*) POR HARINA DE  
YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLO DE ENGORDE "**

**TESIS**

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Por**

**JORGE ALBERTO CORDON AGUILAR**

**Al conferirse el grado académico de**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**Guatemala, Noviembre de 2,001.**

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr. Mario Llerena</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Lic. Robin Ibarra</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Lic. Carlos Saavedra</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Dr. Fredy Gonzalez</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Lic. Eduardo Spiegel</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. Manuel Francisco Arenas</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. Edwin Alejandro Chavéz</b>

**ASESORES**

**Lic. Zoot. Luis H. Corado**  
**Lic. Zoot. Enrique Corzantes**  
**Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A  
VUESTRA CONSIDERACIÓN EL TRABAJO DE TESIS TITULADO**

**" EVALUACION DE LA SUSTITUCIÓN DE MAIZ (*Zea mays*) POR HARINA DE  
YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLO DE ENGORDE "**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO  
PROFESIONAL DE**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS TODOPODEROSO**

**POR QUIEN TODO FUE HECHO.**

**A MI PADRE**

**LUIS ALBERTO CORDON Y CORDON  
(Q.E.P.D.) , ETERNO EJEMPLO EN MI  
MEMORIA.**

**A MI MADRE**

**VILMA ESTELA AGUILAR DE CORDON,  
POR SUS ESFUERZOS Y SACRIFICIOS.**

**A MI ESPOSA**

**ALCIRA NOHEMI SALGUERO DE CORDON  
POR TU AMOR Y COMPRESION.**

**A MIS HIJAS**

**MÓNICA BEATRIZ Y KAREN ISABEL,  
CON MUCHO AMOR Y CARIÑO.**

**A MIS HERMANOS**

**LUIS EDUARDO, JULIO CESAR Y  
JOSE CARLOS, CON CARIÑO.**

**A MI FAMILIA EN GENERAL**

**TESIS QUE DEDICO**

**A DIOS TODOPODEROSO**

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA , FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**A MIS ASESORES DE TESIS**

**LIC. ZOOT. ENRIQUE CORZANTES  
LIC. ZOOT. MIGUEL ANGEL RODENAS  
LIC. ZOOT. LUIS H. CORADO.**

**A EL PERSONAL DOCENTE DE LA ESCUELA DE ZOOTECNIA.**

**A MI FAMILIA EN GENERAL.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA COLABORARON CON LA  
REALIZACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO.**

## **INDICE GENERAL**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
	<b>3.1 General</b>	<b>3</b>
	<b>3.2 Específicos</b>	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>REVISION DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
	<b>4.1 Generalidades</b>	<b>4</b>

4.1.1	Requerimientos Energéticos	4
4.1.2	Recursos Energéticos	4
4.2	Harina de Yuca	5
4.2.1	Composición Nutricional de la Harina de Yuca	6
4.2.2	Uso de la Harina de Yuca en la Alimentación Aviar	7
V.	MATERIALES Y METODOS	9
5.1	Localización	9
5.2	Materiales	9
5.3	Tratamientos y Diseño del Experimento	9
5.4	Análisis Económico	11
5.5	Preparación de materias primas y elaboración de Alimentos balanceados	11
5.6	Manejo de las unidades experimentales	11
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	13
6.1	Consumo de alimento	13
6.2	Ganancia de peso	15
6.3	Conversión alimenticia	15
6.4	Análisis Económico	19
6.4.1	Costos fijos	20
6.4.2	Costos Variables	20
6.4.3	Costos Totales	20
6.4.4	Ingreso Bruto	20
6.4.5	Beneficio Neto	20
6.4.6	Rentabilidad	20
6.4.7	Tasa Marginal De Retorno	21
VII.	CONCLUSIONES	22
VIII.	RECOMENDACIONES	23
IX.	RESUMEN	24
X.	BIBLIOGRAFIA	27
XI.	ANEXOS	29

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	1	Variables de Consumo de Alimento, Ganancia de Peso y Conversión Alimenticia.	18
Cuadro	2	Costo Fijo, Costo Variable, Costos Totales, Ingreso Bruto, Beneficio Neto y Rentabilidad.	21
Cuadro	3	Análisis de Dominancia.	21

## INDICE DE GRAFICAS

<b>Gráfica 1</b>	<b>Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre el consumo de alimento en pollo de engorde.</b>	<b>14</b>
<b>Gráfica 2</b>	<b>Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre la ganancia de peso en pollo de engorde.</b>	<b>16</b>
<b>Gráfica 3</b>	<b>Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre la conversión alimenticia en pollo de engorde.</b>	<b>17</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>Gráfica 4 A</b>	<b>Consumo de alimento por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (<i>Zea mays</i>), por harina de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) en la alimentación de pollo de engorde.</b>	<b>30</b>
<b>Gráfica 5 A</b>	<b>Ganancia de peso por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (<i>Zea mays</i>), por harina de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) en la alimentación de pollo de engorde.</b>	<b>31</b>
<b>Gráfica 6 A</b>	<b>Ganancia de peso por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (<i>Zea mays</i>), por harina de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) en la alimentación de pollo de engorde.</b>	<b>32</b>

## I. INTRODUCCION

El uso de las distintas materias primas utilizadas en la fabricación de alimentos balanceados para animales, depende de varias condiciones, entre las cuáles sobresalen: disponibilidad en el mercado, facilidad de adquisición y precio. Dichas condiciones afectan las operaciones de alimentos balanceados. Esta situación no es predecible, debido a que la demanda de alimentos mantiene un crecimiento mayor en relación a la producción de insumos necesarios. El anterior punto no es ajeno para las Industrias de Alimentos Balanceados para animales de nuestro país, puesto que se ven afectadas por dicha situación.

Una de las industrias zootécnicas afectadas es la dedicada al engorde de pollo, debido a que un alto porcentaje de las materias primas utilizadas para la fabricación de alimentos balanceados son importadas, una de estas materias primas es el maíz amarillo, que por sus cualidades nutricionales es utilizado como macroingrediente en la formulación de alimentos balanceados para animales; su disponibilidad en el mercado nacional o internacional, afecta su precio de adquisición, afectando así los costos de producción de carne de pollo, ya que los costos de alimentación representan un alto porcentaje de los costos totales de producción.

Por lo anterior, es necesario evaluar nuevas alternativas que puedan sustituir al maíz amarillo en la formulación de concentrados para pollo de engorde. En Guatemala, existe una alternativa potencial, está es la yuca de la cuál pueden obtenerse harinas para alimentación animal, que por sus cualidades nutricionales, tiene bastantes perspectivas para sustituir al maíz en la elaboración de alimentos balanceados para pollo de engorde.

## **II. HIPOTESIS**

La sustitución de maíz amarillo por harina de yuca, en la alimentación de pollo de engorde, produce iguales resultados en cuánto a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

Generar información sobre la utilización de la harina de yuca como sustituto del maíz amarillo en la alimentación de pollo de engorde.

#### **3.2 Específicos**

- Evaluar el efecto de la sustitución de maíz amarillo por harina de yuca en la alimentación de pollo de engorde, en raciones isoproteicas e isocalóricas, en términos de: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.
  
- Determinar cuál de los tratamientos presenta mejores rendimientos económicos.

### **IV. REVISION DE LITERATURA**

## **4.1 Generalidades**

En todos los procesos producidos en el organismo animal, cuando se ingiere o metaboliza alimento, se realiza un cambio de energía, la cuál debe estar presente en el alimento del animal. (Maynard, 1989).

El valor energético de un alimento puede estar determinado por el uso que le den las aves, que a su vez está determinado por la finalidad zotécnica que tengan las mismas. La más simple dieta necesaria en la avicultura, requiere de recursos energéticos, y solamente una porción del valor total energético, puede ser utilizada por estas. El proceso fisiológico del animal requiere energía para: Trabajo (movimiento), respiración, circulación, regulación de la temperatura, absorción, excreción, impulsos nerviosos y reproducción. La energía que no es utilizada para el mantenimiento, es utilizada para el crecimiento y engorde. (Patrick, 1980).

### **4.1.1 Requerimientos Energéticos**

Los pollos y otras aves de corral pueden ajustar su ingestión de alimentos sobre valores considerablemente amplios de niveles de energía para satisfacer sus necesidades diarias de energía. Por consiguiente, las “necesidades” de energía o bien requerimientos energéticos, se dan como límites, normalmente valores de aproximadamente 2500 a 3400 Kcal/Kg. (1136 a 1545 Kcal/lb) de dieta. Puesto que el contenido energético de la dieta influye en la ingestión de alimentos, las concentraciones de proteína y aminoácidos generalmente se dan en relación al contenido de energía, por lo que algunos nutricionistas acostumbran a tener en cuenta la proporción Caloría/Proteína. (NRC, 1994).

### **4.1.2 Recursos Energéticos**

Los recursos de carbohidratos son muy importantes en la industria avícola. Los granos de maíz como de sorgo, proveen la mayoría de carbohidratos en las dietas de aves, actualmente estos se encuentran a precios bastante altos, por lo que se recurre a la utilización de subproductos de otros alimentos. (NRC, 1994),(Patrick, 1980), (Ruiz ,1983).

En el trópico encontramos una gran variedad de recursos ricos en energía, muchos de ellos se encuentran como desechos y, por lo tanto, son de bajo costo.

Así se mencionan cultivos como la yuca (*Manihot esculenta*) el cuál almacena su energía en forma de almidón en sus raíces. (Ruíz, 1983). Dicho almidón posee dos formas: amilosa y amilopectina. (Maynard, 1989).

## **4.2 Harina De Yuca**

La yuca (*Manihot esculenta*) constituye uno de los alimentos con mayores perspectivas para sustituir total o parcialmente al maíz en las raciones para aves. Es un producto ampliamente cultivado en el trópico y uno de los cultivos más productivos en términos de calorías por hectárea. (Zumbado, 1980).

El cultivo de yuca, y su utilización posterior como harina, podría ayudar a solucionar el problema de energía en las dietas. El promedio de producción de yuca fresca por hectárea es baja (8.3 ton) en algunos lugares, sin embargo se han encontrado variedades con altas producciones (40 ton), esto puede llegar a representar hasta 10 millones de Kcal/Ha., en comparación con 7.3 millones de Kcal de energía metabolizable que produce el maíz/Ha/año, valor superior al maíz y cualquier otro cereal adaptado al trópico. (Shimada, 1971).

Existen dos tipos de harina de yuca que pueden utilizarse en la alimentación animal. (Muller, 1975).

- Harina de raíz de yuca, que es obtenida al secar y moler la raíz, pudiéndose fabricar con o sin cáscara y su composición nutricional es constante.
- Harina de residuos de yuca, que se obtiene de los desechos polvosos que quedan en la fabricación de almidón y hojuelas que se mezclan con las puntas de la raíz y cáscaras no utilizadas y que son previamente secadas y molidas. La calidad nutritiva de este producto es muy variada y también se le conoce como afrecho de yuca y se utiliza principalmente en la alimentación de rumiantes. (Campabadal, 1995).

### **4.2.1 Composición Nutricional de la Harina de Yuca**

La harina de yuca es principalmente una fuente de energía. El tubérculo de la yuca contiene 65% de agua y 35% de materia seca. La pulpa de la raíz contiene más materia seca (37.8%) que la cáscara (27.8%) y representa el 86.8% de la raíz, el restante 13.2% esta constituido por la cáscara. (Shimada, 1971).

La harina contiene normalmente de 86 a 90% de materia seca. El principal componente de la materia seca de la harina de yuca son los carbohidratos donde un 64 a 72% corresponde a almidones, los cuáles proveen la mayor cantidad de energía para las necesidades de los animales que cualquier otro tipo de carbohidrato de la naturaleza. Los almidones a su vez se subdividen en amilosa y amilopectina, los cuáles varían por su configuración y enlaces, que les da a cada uno características propias en cuánto a su facilidad de digestión para formación de glucosa. Numerosos trabajos de investigación han reportado el contenido de energía digestible de este producto pero la gran mayoría de los investigadores reportan valores que fluctúan entre 3200 a 3600 Kcal/Kg. (Zumbado, 1980).

Sin embargo existen valores reportados en la literatura hasta de 4310 Kcal/Kg. La variación en el contenido de energía dependerá de la calidad de la harina, especialmente su contenido de cáscara, que influirá en el nivel de fibra de la harina. Bajo condiciones prácticas de producción avícola un valor promedio para formulación de raciones de 3400 Kcal/Kg (90% de materia seca) ha producido adecuados rendimientos productivos en producción de huevos y carne. (Campabadal, 1995).

La mayoría de las variedades de yuca contienen niveles bajos de proteína, con valores (10% de humedad) que no exceden al 3%, y un valor promedio de 2.3%; sin embargo, el ICA en Colombia ha desarrollado variedades (*Manihot Carthagensis*) con niveles hasta de 15.4% de proteína en base seca. Un alto porcentaje de nitrógeno total presente en la yuca está en forma de nitrógeno no protéico (40-60%) y este se encuentra más en la cáscara que en la pulpa. Un 1% del nitrógeno total está en forma de nitratos, nitritos y ácido cianídrico. (Shimada, 1971).

El contenido de aminoácidos de la harina de yuca depende del contenido de proteína. Los aminoácidos más limitantes son la Metionina y cistina. Enriquez y Ross (1967), Olson (1969), recomiendan la suplementación de Metionina

cuando las dietas de aves contienen más de 15% de harina de yuca. El contenido de Lísina y Treonina como porcentaje de la proteína, es superior en la yuca que en el maíz. La harina de yuca contiene niveles bajos de minerales. El contenido de cenizas es de 1.5%. El nivel de calcio y fósforo es de 0.12 y 0.16%, respectivamente, mientras que el de sodio es de 0.06% y el de magnesio de 0.37%. El nivel de potasio como en la mayoría de tubérculos es alto (0.86%). El contenido de hierro es de 70 a 90 mg/Kg. (Chadha, 1961).

La harina de yuca es una excelente fuente de ácido ascórbico (360 mg/kg) y contiene cantidades adecuadas de vitamina A (13,000 U.I./Kg), tiamina (0.6 mg/Kg), riboflabina (0.3 mg/Kg) y niacina (6 mg/Kg). (Chadha, 1961), (Incap, 1968).

En relación a la digestibilidad de las diferentes fracciones de la harina de yuca en aves, han sido reportados los siguientes valores: proteína cruda, 75% ; grasa cruda, 70%; fibra cruda, 55%; y extracto libre de nitrógeno, 99%. (Montilla, 1973).

Los diferentes cultivares de yuca contiene cantidades variables de glucósidos cianógenicos. Estos tóxicos se encuentran tanto en la raíz como en las hojas. El contenido de estos varía de acuerdo a las condiciones de crecimiento, suelo, humedad, temperatura y edad de las plantas. (Montilla, 1973).

De acuerdo al contenido de estos tóxicos las variedades de yuca se clasifican en dulces o no tóxicas cuando contiene niveles de ácido cianhídrico (HCN) inferiores a 50 mg/Kg de peso y amargas cuando contiene valores superiores (50 a 434 mg/Kg). (Montilla, 1969).

#### **4.2.2. Usos de la Harina de Yuca en la Alimentación Aviar**

La utilización de la harina de yuca en la alimentación aviar data desde los años 30, sin embargo, la mayoría de los rendimientos productivos no fueron los adecuados y muy variados lo que no permite establecer un nivel de utilización en dietas para aves.

Esta variación de resultados y estos bajos rendimientos son el producto de dietas pobremente balanceadas, harinas de yuca de mala calidad, normalmente

hechas de residuos de yuca, mal procesadas con niveles altos de compuestos cianhídricos.

Los primeros trabajos tendientes a determinar el valor de la harina de yuca en la alimentación de pollos parrilleros fueron iniciados por Tabayoyong en 1935. Por su parte, Montilla en 1969 reporta que la harina de yuca secada al sol sustituye favorablemente al maíz a niveles de hasta el 30% en raciones iniciadoras para pollos de engorde con respecto a incremento de peso y costo del alimento para producir un kilogramo de pollo. La suplementación con DL-metionina causa una mejora en los rendimientos productivos de los pollos de engorde.

La mayoría de estos investigadores concluyen que la principal limitante cuando se usan raciones altas de harina de yuca, es la metionina. También el carácter polvoso de la harina de yuca, es un factor limitante en su utilización. (Muller, 1975), (Montilla, 1969), (Enríquez y Ross, 1967).

En 1,980 Zumbado encontró al comparar niveles de harina de yuca en comparación con el maíz en inicio y finalización de pollos de engorde, que la ganancia de peso y la conversión alimenticia se afectó significativamente con niveles superiores al 24% en el período de iniciación y 36% en el de finalización.

En varios trabajos de investigación bajo condiciones prácticas, (Campabadal, 1995) comparó tres niveles de harina de yuca (0, 10 y 15%) en la alimentación de pollos de engorde. Cuando la harina de yuca se comparó con el maíz, el nivel máximo de utilización fue de 10%, mientras que con el sorgo, pulimento de arroz y afrecho de trigo, fue de hasta 15% en la dieta.

## **V. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 Localización**

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Avícola Santa Mónica, ubicada a inmediaciones de la cabecera Municipal de Huité, Zacapa, estando ubicada dentro de la zona de vida de bosque espinoso subtropical, a una altura de 220 msnm, con temperaturas mínimas de 20 y máximas de 35 grados centígrados y una precipitación pluvial que oscila entre 500 a 800 mm/año. (Cruz, 1982).

## 5.2 Materiales

Para la realización del presente estudio se usó el siguiente material:

- 500 Pollos de un día de edad, de la variedad Avian Farm, procedentes de un mismo lote de producción.
- 2,200 Kgs.. de alimento balanceado para pollos de engorde.
- Galera experimental.
- Comederos de tolva y bebederos automáticos.
- Vacunas, (New Castle Cepa la Sota y Gumboro).
- 1 báscula de reloj.
- Desinfectantes.
- Antibióticos.
- Recurso Humano.

## 5.3 Tratamientos y Diseño del Experimento

Para el presente estudio, se utilizó Diseño Experimental completamente al azar, que constó de cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental constó de 25 pollos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

**1. Primer Tratamiento ó Tratamiento testigo**, donde el principal macroingrediente del alimento balanceado fue maíz tanto del alimento iniciador como finalizador, identificado en el presente trabajo como **Testigo**.

**2. Segundo Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 10% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 15% de maíz por harina de yuca, identificado en el presente trabajo como **10% i-15% f**.

**3. Tercer Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 15% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 20% de maíz por harina de yuca, identificado en el presente trabajo como **15% i-20% f.**

**4. Cuarto Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 25% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 30% de maíz por harina de yuca, identificado en el presente trabajo como **25% i-30% f.**

Todos los alimentos balanceados fueron formulados Isoproteícamente e Isocalóricamente, según requerimientos nutricionales de cada fase. El alimento iniciador fue suministrado durante las 2 primeras semanas de vida (primeros 14 días) y el finalizador las 4 últimas semanas de engorde (del día 15 al día 42 de estudio), teniendo el estudio una duración de 6 semanas (42 días).

Las Variables a medir en el presente trabajo fueron:

**A. Consumo de alimento**, que se estimó semanalmente, estimando la cantidad del alimento ofrecido menos lo rechazado de los comederos.

**B. Ganancia de peso**, tomando los incrementos de peso semanalmente hasta que fue Terminado el experimento.

**C. Conversión Alimenticia**, mediante la relación entre el consumo de alimento y el peso del Ave.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), al existir diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de medias de tukey con un nivel de significancia de 0.05 a cada una de las variables que lo ameritó, así mismo, se realizó análisis de regresión, escogiendo el modelo que mejor se adaptaba a la variable analizada.

#### **5.4 Análisis Económico**

Se determinaron los costos de producción e ingresos brutos de cada uno de los tratamientos, para así determinar: Beneficio Neto, Rentabilidad y Tasa Marginal de Retorno. (Haeussler, E. F.; et al , 1994)

### **5.5 Preparación de materias primas y elaboración de alimentos balanceados**

Para la obtención de la harina de yuca, se procedió a la extracción de los tubérculos, las cuáles fueron lavados y pelados, posteriormente fueron expuestos al sol durante un término de 3 días, para luego ser molidos en molino de martillos, para su incorporación a las dietas. (Montilla et al, 1969) (Shimada, 1971). La variedad utilizada para la elaboración de harina de yuca fue la Tapachulteca, puesto que según estudios del I.C.T.A. es la variedad que más rinde por unidad de área. (Rodríguez, 1989). El procesamiento de la yuca para la obtención de la harina, involucra algunas pérdidas: primeramente tenemos un 13% de pérdida por el pelado de las raíces, puesto que es desechada toda la cáscara, posteriormente el material es secado al aire lo que provoca pérdidas de un 62%, teniendo como resultado un rendimiento de un 38% en base seca con respecto a raíces frescas. (Shimada, 1971)

### **5.6 Manejo de las unidades experimentales**

Previo al traslado de los pollos a la galera experimental, se procedió a la limpieza y desinfección, tanto de la galera experimental como del equipo a utilizar, posteriormente se preparó la cama, la cuál fue de pomilla, luego se ubicaron los 500 pollos de un día de nacidos, desde el primer día se dividieron los diversos tratamientos y repeticiones, contando cada unidad experimental con 25 pollos. El presente estudio tuvo una duración de 42 días. Los pollos se pesaron el primer día y posteriormente cada semana, para tener control de la ganancia de peso. Se midió semanalmente el consumo de alimento (lo ofrecido menos lo rechazado), el ofrecimiento del alimento fue **Ad libitum**.

El plan profiláctico incluyó la aplicación de vacuna New Castle Cepa la Sota y Gumboro a los 8 días de edad, ambas aplicadas conjuntamente via ocular, refuerzo de Gumboro a los 15 días por via ocular y de New Castle Cepa la Sota a los 18 días de edad, via ocular. Para la recepción de los pollos se procedió a medicar el recipiente de agua utilizado durante todo el estudio para proporcionar agua a todas las unidades experimentales, la primera medicación se preparó con 1 kilo de azúcar por 200 litros de agua y aproximadamente 25 gramos de oxitetraciclina por la misma cantidad de agua, la cuál fue consumida en un término de 72 horas, la razón de esta primera medicación estriba en proteger a la camada de cualquier infección bacteriana que pueda afectar a

los pollos desde su inicio, tal es el caso de posibles infecciones como colibacilosis, etc. Alrededor del día 28 de estudio, se detectó catarro y secreción nasal, por la sospecha de enfermedad crónica respiratoria (infección de las vías respiratorias producida por *Mycoplasma sp.* y secundariamente de *Escherichia coli*) y para evitar afectar la conversión alimenticia y rendimiento, se utilizó una fórmula que contiene Enrofloxacina al 10% en el agua de bebida durante 5 días consecutivos.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

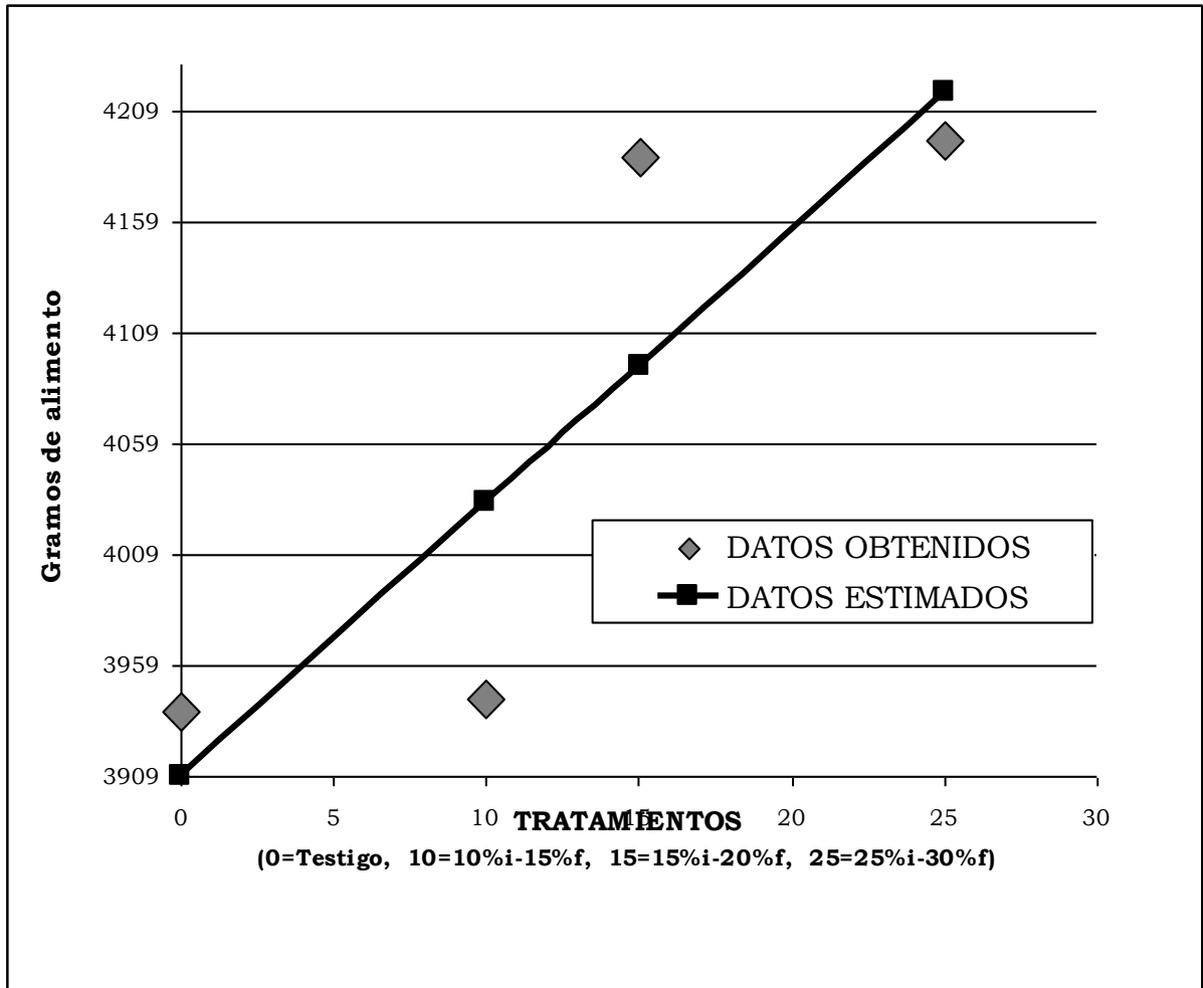
## 6.1 Consumo de Alimento

En cuanto a la variable consumo de alimento, se encontró que el tratamiento testigo tiene la menor tasa de consumo de alimento, con un total promedio de 3,938 gramos de alimento consumido, seguido del segundo tratamiento (10%-15%) con un total promedio de 3,944 gramos de alimento consumido, y este seguido del tercer tratamiento (15%-20%) con 4,188 gramos de alimento consumido por ave, quedando el cuarto tratamiento (25%-30%) con la mayor tasa de consumo de alimento, con un total de 4,196 gramos de alimento consumido. Ver gráfica 1.

Al realizar el análisis de varianza (ANDEVA) a la variable consumo de alimento, se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey, encontrando que con un nivel de significancia de 0.05%, el tratamiento testigo (3,938) era estadísticamente igual al segundo tratamiento (3,944) y al tercer tratamiento (4,188), no así el cuarto tratamiento, el cuál era distinto estadísticamente a los otros tres tratamientos (4,196). Ver Cuadro 1.

Así mismo se realizó análisis de regresión para observar el efecto de los distintos niveles de harina de yuca (variable X) sobre el consumo de alimento (variable Y), adaptándose mejor a este análisis el modelo lineal, pudiéndose observar que a medida que aumenta el nivel de harina de yuca en la dieta, aumenta el consumo de alimento. ( $R^2 = 0.7245$ ) ( $P = 0.0665$ ) ( $Y = 3,909.3666 + 12.3242 * X$ ).

Conforme se incrementa el porcentaje de harina de yuca en la ración, se incrementa el consumo de alimento, esto tiene concordancia con estudios anteriores realizados por Shimada (1,971), Zumbado (1,980) y Campabadal (1,995). Se observa que al aumentar los porcentajes de harina de yuca, cuyo contenido de proteína es más bajo que el del Maíz, se observan cambios en la formulación, puesto que para recuperar las unidades proteicas perdidas por la sustitución del maíz, el programa automáticamente tiende a incrementar los niveles de fuentes proteicas (harina de soya, harina de carne), y disminuye los porcentajes de utilización de alimentos fibrosos (afrecho, pulimento de arroz), pero esto de ninguna manera indica que el alimento elaborado al incrementar los niveles de harina de yuca, posea mejores cualidades nutricionales, lo anterior concuerda con trabajos realizados por Shimada (1,971) y Campabadal (1,995).



**Gráfica 1** Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre el consumo de alimento en pollo de engorde.

## 6.2 Ganancia de Peso

En Cuánto a la variable ganancia de peso, se determinó al finalizar el presente trabajo, que el cuarto tratamiento (25%*i*-30%*f*) fue dónde menor incremento de peso se encontró, con un promedio de 2,071.12 gramos de aumento de peso, el tercero (15%*i*-20%*f*) con una mejora de peso de 2,081.74 gramos, seguido del segundo (10%*i*-15%*f*) con 2,088.04 gramos de aumento, encontrándose que el de mayor tasa de aumento de peso fue el Testigo con 2,106.76 gramos, lo anterior concuerda con los trabajos realizados por Zumbado (1,980) y Campabadal (1,995). Ver gráfica 2.

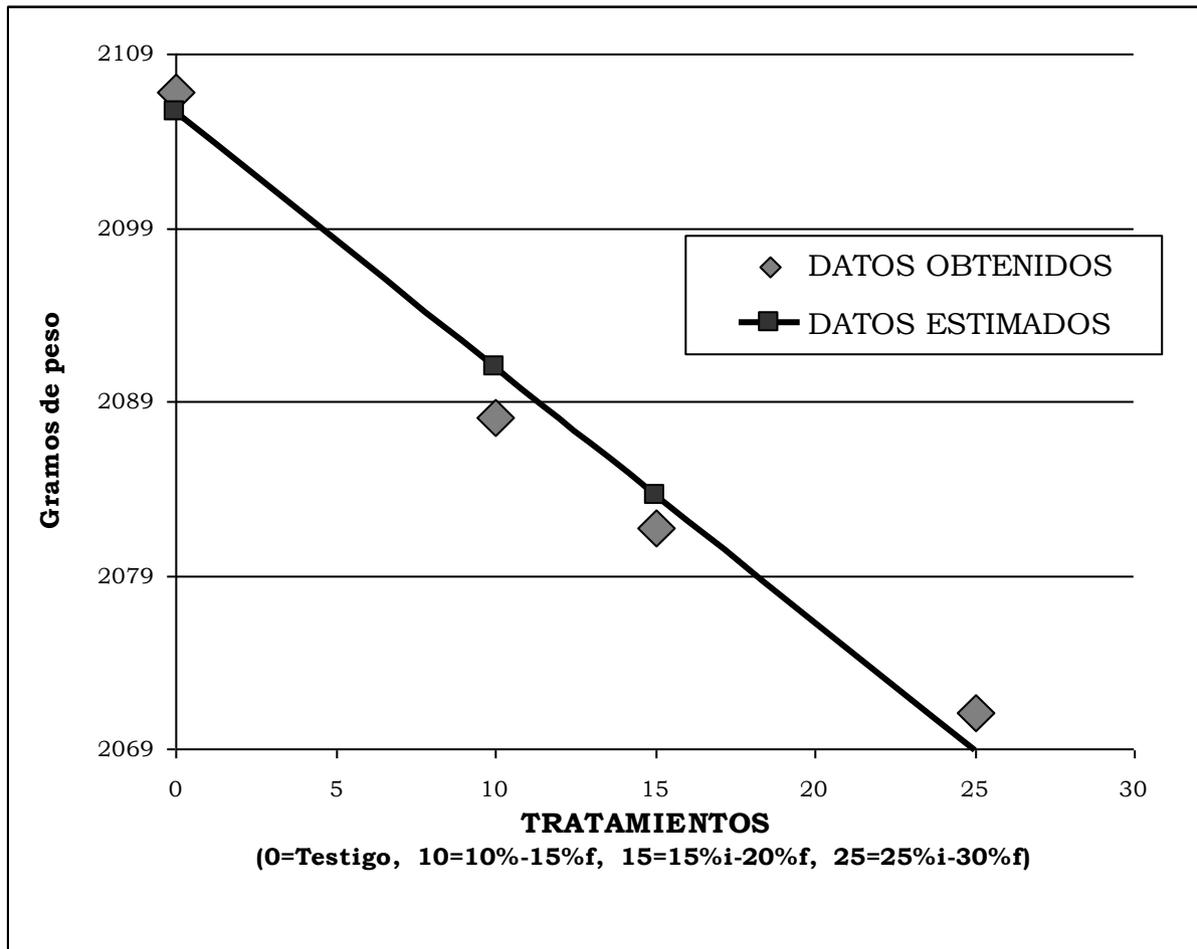
Al realizar el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que no ameritó realizar la prueba de medias de Tukey, así se confirma que no hay diferencias significativas en los diversos tratamientos de la variable ganancia de peso. Ver cuadro 1.

Se realizó análisis de regresión para observar el efecto del nivel de harina de yuca (variable X) sobre la ganancia de peso (variable Y), adaptándose a este análisis el modelo lineal, se observó que a medida que se incrementa el nivel de harina de yuca en la dieta, disminuye la ganancia de peso. ( $R^2 = 0.9650$ ) ( $P = 0.0177$ ) ( $Y = 2,105.6239 + (-1.4677 * X)$ ).

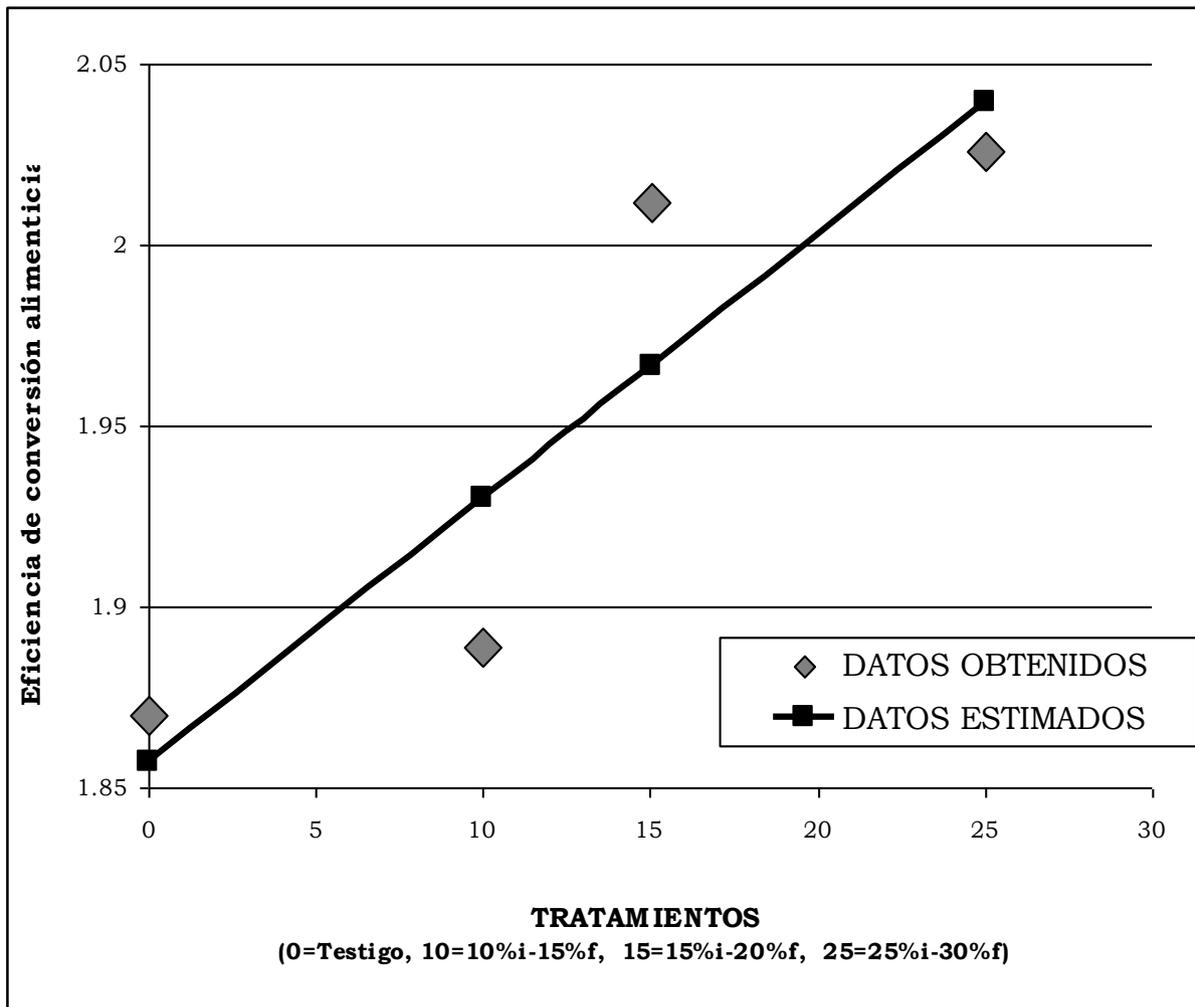
## 6.3 Conversión Alimenticia

En cuánto a la variable de conversión alimenticia, se encontró que conforme se incrementaban los niveles de harina de yuca en las distintas raciones, fue incrementándose el nivel de conversión alimenticia, lo cuál fue registrado en los trabajos realizados por Montilla (1,969) y Muller (1,975), teniendo la conversión más alta el cuarto tratamiento (25%*i*-30%*f*), con una conversión de 2.026, mientras que el segundo tratamiento y tercer tratamiento (10%*i*-15%*f*) (15%*i*-20%*f*) tuvieron una conversión de 1.889 y 2.012 respectivamente, teniendo la menor conversión alimenticia el tratamiento testigo con una conversión de 1.870. Ver gráfica 3.

En cuánto al análisis estadístico, después de realizar el análisis de varianza (ANDEVA), se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que se realizó la prueba de medias de Tukey a un nivel de significancia del 5%, encontrándose que el cuarto tratamiento (2.03) era estadísticamente distinto a los demás tratamientos. Ver cuadro 1.



**Gráfica 2** Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre la ganancia de peso en pollo de engorde.



**Gráfica 3** Efecto del nivel de inclusión de harina de yuca sobre la conversión alimenticia en pollo de engorde.

Al realizar análisis de regresión para observar el efecto del nivel de harina de yuca (variable X) sobre la conversión alimenticia (variable Y), obtenemos que a medida que se aumenta el nivel de inclusión de harina de yuca en la dieta, aumenta la conversión alimenticia, para este análisis ajustamos el modelo lineal. ( $R^2=0.802207$ ) ( $P=0.0943$ ) ( $Y=1.857167 + 0.00730052 * X$ ).

**Cuadro 1. Variables de Consumo de Alimento, Ganancia de peso y Conversión Alimenticia.**

**Tratamientos**

Variable	Testigo	10%i-15%f	15%i-20%f	25%i-30%f
Con. Alimento Grs.	3938 a	3944 a	4188 b	4196 b
Ganancia Peso Grs.	2106.76 a	2088.04 a	2081.74 a	2071.12 a
Conversión Alimenticia	1.870 a	1.889 a	2.012 a	2.026 b

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

Prueba de Tukey al 5%, aplicada sólo a las Variables de Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia.

Lo anterior probablemente se debió a que el principal componente de la materia seca de la harina de yuca, está formado por carbohidratos, donde de un 64 a 72% corresponde a almidones, los cuáles por lo tanto proveen la mayor cantidad de energía para las necesidades de los animales que cualquier otro tipo de carbohidrato de la naturaleza.

El material de reserva de energía de las plantas está formado principalmente por almidón, del cuál hay dos formas: amilosa y amilopectina, se diferencian en que el primero es soluble en agua, está formado por cadenas rectas de D-glucosa con enlaces del tipo alfa-1,4 y para la mayoría de las plantas comprende del 25 al 30% del almidón total, este porcentaje está controlado genéticamente y aumenta con la madurez de la planta, por lo anterior es el almidón de más fácil digestión y disponibilidad para los animales.

La amilopectina es insoluble en agua caliente y es un polímero ramificado de D-glucosa con cadenas de glucosas unidas mediante enlaces tipo alfa-1,4 conectadas entre sí por un enlace cruzado del tipo alfa-1,6, cada cadena lateral contiene alrededor de 19 a 26 unidades de glucosa. La amilopectina contempla del 70 al 75% del almidón total, por lo tanto es el recurso energético más abundante de la harina de yuca, pero a su vez el menos disponible para los animales debido a su conformación.

En cada planta el almidón existe como pequeños granulos de apariencia característica, los cuáles para ser rotos necesitan de calor húmedo, lo cuál conlleva a un cambio en la molécula, conocido como gelatinización. El anterior proceso favorecerá el ataque enzimático, de ahí la necesidad de otros procesos fisico-químicos que favorezcan el desdoblamiento de la amilopectina en amilosa, la cuál es fácilmente hidrolizada ya sea por ácidos o enzimas, cambiándose a dextrinas, maltosas y por último en glucosas, las cuáles constituyen en el producto final de la digestión de carbohidratos en los

animales no rumiantes, así mismo constituye su fuente primordial de energía que se encuentra en la sangre. De esta manera se aminorarán los efectos adversos encontrados en el presente estudio, debido a que en los diversos tratamientos evaluados, al aumentar los niveles porcentuales de incorporación de harina de yuca, se encontraron efectos no deseables en las diferentes variables evaluadas en el presente trabajo. (Maynard, 1,989)

Al comparar las variables medidas en el presente estudio, con la información de desempeño del pollo de Engorde Avian Farms, según su manual de manejo bajo condiciones ideales de crianza y manejo (ambiente totalmente controlado, dietas controladas, alimento peletizado, cero enfermedades), este tendrá un peso promedio de 2,225.00 gramos a las 42 días de edad, con un consumo promedio de 3,960.50 gramos de alimento balanceado y una conversión alimenticia de 1.78, parámetros bastante cercanos a los obtenidos en el presente estudio pero que varían por las condiciones ideales de crianza y manejo a que son sometidas las aves por la casa comercial. (Avian Farms, 1999)

Con respecto a la mortalidad, únicamente se registraron 3 muertes, las tres sucedieron en la primera semana de vida, correspondiendo una a la repetición 5 del tratamiento Testigo, una a la repetición 3 del tratamiento 10%*i*-15%f y una de la repetición 4 del tratamiento 25%*i*-30%f, las cuáles en ninguno de los 3 casos fue asociado al consumo de las distintas dietas.

## **6.4 Análisis Económico**

Al realizar el análisis económico de los distintos tratamientos se tomó en cuenta los diversos costos de producción, considerando los costos fijos y los costos variables, para así llegar al costo total de producción, el cual al ser restado del ingreso bruto, produce el Beneficio Neto, así mismo teniendo en cuenta los anteriores indicadores podemos llegar a la definición de rentabilidad y Tasa Marginal de Retorno. Ver Cuadro 2.

### **6.4.1 Costos Fijos**

En dichos costos se incluyeron los costos que no sufren ningún tipo de variación en ninguna de las unidades experimentales, son costos que se mantienen estables al finalizar todo el proceso de producción, en nuestro caso la etapa de estudio. A continuación se hace mención de los diversos renglones y el

detalle de los mismos, así como el total de costos fijos de producción por cada uno de los integrantes de las unidades experimentales (por pollo).

#### 6.4.2 Costos Variables

Se incluyeron dentro de estos el costo de alimentación, puesto que para cada tratamiento hubo distintas dietas balanceadas a distintos precios por quintal y distintos consumos para cada unidad experimental.

#### 6.4.3 Costos Totales

Es la sumatoria de los costos Fijos y los Costos Variables.

#### 6.4.4 Ingreso Bruto

Dicho rubro se cálculo tomando la media de peso de cada uno de los tratamientos, y luego se le cotizó a un precio de mercado de **Q. 9.36 el Kilogramo** que es igual a **Q. 4.25 la libra de pollo en pie** (vivo o con plumas), tomando como medida la libra (454 gramos/libra), a continuación en detalle los ingresos brutos de cada integrante de cada tratamiento.

#### 6.4.5 Beneficio Neto

Diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

#### 6.4.6 Rentabilidad

Es la razón obtenida de la división entre los costos totales y el beneficio neto, en una manera más amplia y conceptual, se define cómo el porcentaje de ganancia que obtenemos del total de costo de inversión, así tenemos la rentabilidad para cada tratamiento.

#### **Cuadro 2. Costo Fijo, Costo Variable, Costos Totales, Ingreso Bruto, Beneficio Neto y Rentabilidad.**

Indicador Económico	Testigo	10%i-15%f	15%i-20%f	25%i-30%f
Costo Fijo Q.	4.07	4.07	4.07	4.07
Costo Variable Q.	7.73	7.48	8.25	8.24
Costos Totales Q.	11.80	11.55	12.32	12.31

Ingreso Bruto Q.	19.72	19.55	19.49	19.39
Beneficio Neto Q.	7.93	7.99	7.17	7.07
Rentabilidad %	67	69	58	57

#### 6.4.7 Tasa Marginal De Retorno

Para poder calcular la T.M.R. es necesario hacer un análisis de dominancia, que se efectúa ordenando los diversos tratamientos de acuerdo a sus costos variables, del de menor costo variable al de mayor costo variable. Ver Cuadro 3.

**Cuadro 3. Análisis de Dominancia**

Tratamiento	Costo Variable	Beneficio Neto	Dominancia
10%i-15%f	Q. 7.48	Q. 7.99	
Testigo	Q. 7.73	Q. 7.93	Dominado
25%i--30%f	Q. 8.24	Q. 7.07	Dominado
15%i-20%f	Q. 8.25	Q. 7.17	No Dominado

Se dice que un tratamiento es **dominado** cuándo tiene Beneficios netos iguales o menores a los de un tratamiento que posee costos variables más bajos, por lo anterior, en nuestro caso, al realizar el análisis de dominancia se puede observar que el Tratamiento testigo y el cuarto tratamiento son tratamientos dominados, por lo que no es factible calcular la Tasa Marginal de Retorno, con respecto al tercer tratamiento, no es factible analizarlo por su diferencia en costo y beneficio neto obtenido en los demás tratamientos en comparación con el presente.

## VII. CONCLUSIONES

**Bajo las condiciones en que se efectuó el presente trabajo se concluyó que:**

- 1. Para las variables Consumo de alimento y Conversión alimenticia, se detectaron diferencias estadísticas, siendo el rendimiento del cuarto tratamiento (25%i-30%f), menor que el resto de los tratamientos.**

**2. Para la variable Ganancia de peso no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados.**

**3. Económicamente si es factible sustituir maíz por harina de yuca con niveles de hasta un 10% en dietas iniciadoras y hasta un 15% en dietas finalizadoras para pollo de engorde, encontrándose rentabilidades de hasta 2 puntos porcentuales por encima de la dieta testigo, obteniendo además beneficios netos de Q.0.06 por pollo y una disminución en costo de producción de Q0.25 por pollo con respecto a la dieta testigo.**

## **VIII. RECOMENDACIONES**

**Bajo las condiciones en que se efectuó el presente trabajo se recomienda:**

**1. Utilizar niveles no mayores de 10% de harina de yuca en dietas iniciadoras y de 15% de harina de yuca en dietas finalizadoras para pollo de engorde.**

**2. Evaluar otras opciones de preparación de harina de yuca utilizada en dietas para pollo de engorde, que disminuyan los efectos adversos encontrados en el presente trabajo.**

## IX. RESUMEN

**Cordón Aguilar, Jorge Alberto. 2,001. "Evaluación de la sustitución de maíz (*Zea mays*) por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la alimentación de pollo de engorde". Tesis Licenciado Zootecnista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 32 p.**

Palabras Claves: harina de yuca, maíz, pollo de engorde, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, niveles de sustitución, iniciadores, finalizadores.

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de distintos niveles de sustitución de maíz por harina de yuca en la alimentación de pollo de engorde, en raciones isoproteicas e isocalóricas según requerimientos nutricionales de cada fase. El alimento iniciador fue suministrado durante las primeras dos semanas (primeros 14 días) y el finalizador las cuatro últimas semanas de engorde (del día 15 al día 42 de estudio), teniendo el estudio una duración de 42 días.

Para la obtención de la harina de yuca, se procedió a la extracción de los tubérculos, las cuáles fueron lavados y pelados, posteriormente fueron expuestos al sol durante un término de 3 días, para luego ser molidos en molino de martillos, para su incorporación a las dietas. (Montilla *et al.*, 1969) (Shimada, 1971). La variedad utilizada para la elaboración de harina de yuca fue la Tapachulteca, puesto que según estudios del I.C.T.A. es la variedad que más rinde por unidad de área. (Rodríguez, 1989).

**Primer Tratamiento ó Tratamiento testigo**, donde el principal macroingrediente del alimento balanceado fue maíz tanto del alimento iniciador como finalizador.

**Segundo Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 10% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 15% de maíz por harina de yuca.

**Tercer Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 15% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 20% de maíz por harina de yuca.

**Cuarto Tratamiento**, donde en el alimento balanceado iniciador se sustituyó un 25% de maíz por harina de yuca y en el finalizador se sustituyó un 30% de maíz por harina de yuca, identificado en el presente trabajo como **25% i-30% f.**

Las variables medidas fueron : consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, además se determinó cuál de los tratamientos presentó los mejores rendimientos económicos.

Se utilizó el Diseño experimental completamente al azar, que constó de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental constó de 25 pollos. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA), para cada una de las variables a medir, al existir diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5%, así mismo se realizaron análisis de Regresión entre los distintos niveles de Harina de Yuca (X) y las distintas variables evaluadas (Y).

Se determinaron los costos de producción e ingresos brutos de cada uno de los tratamientos para así detefrminar: Beneficio Neto, Rentabilidad y Tasa Marginal de Retorno.

Al analizar la variable consumo de alimento, se encontró que el tratamiento testigo tiene la menor tasa de consumo de alimento, con un total promedio de 3,938**a** gramos de alimento consumido, seguido del segundo tratamiento (10%i-15%f) con un total promedio de 3,944**a** gramos de alimento consumido, y este seguido del tercer tratamiento (15%i-20%f) con 4,188**a** gramos de alimento consumido por ave, quedando el cuarto tratamiento(25%i-30%f) con la mayor tasa de consumo de alimento, con un total de 4,196**b** gramos de alimento consumido. ( $R^2 = 0.7245$ ) ( $P = 0.0665$ ) ( $Y = 3,909.3666 + 12.3242 * X$ ).

En cuánto a la variable ganancia de peso, se determinó al finalizar el presente trabajo, que el cuarto tratamiento (25%i-30%f) fue dónde menor incremento de peso se encontró, con un promedio de 2,071.12**a** gramos de aumento de peso, el tercero (15%i-20%f) con una mejora de peso de 2,081.74**a** gramos, seguido del segundo (10%i-15%f) con 2,088.04**a** gramos de aumento, encontrándose que el de mayor tasa de aumento de peso fue el Testigo con 2,106.76**a** gramos, lo anterior concuerda con los trabajos realizados por Zumbado (1,980) y Campabadal (1,995). ( $R^2 = 0.9650$ ) ( $P = 0.0177$ ) ( $Y = 2,105.6239 + (-1.4677 * X)$ ).

En cuánto a la variable de conversión alimenticia, se encontró que conforme se incrementaban los niveles de harina de yuca en las distintas raciones, fue incrementándose el nivel de conversión alimenticia, lo cuál fue registrado en los trabajos realizados por Montilla (1,969) y Muller (1,975), teniendo la conversión más alta el cuarto tratamiento (25%i-30%f), con una conversión de 2.026**b**, mientras que el segundo tratamiento y tercer tratamiento (10%i-15%f) (15%i-20%f) tuvieron una conversión de 1.889**a** y 2.012**a** respectivamente, teniendo la menor conversión alimenticia el tratamiento Testigo con una conversión de 1.870**a**. ( $R^2 = 0.802207$ ) ( $P = 0.0943$ ) ( $Y = 1.857167 + 0.00730052 * X$ ).

Se concluye que: Económicamete si es factible sustituir maíz por harina de yuca con niveles de hasta un 10% en dietas iniciadoras y hasta un 15% en dietas finalizadoras para pollo de engorde, encontrándose rentabilidades de hasta 2 puntos porcentuales por encima de la dieta testigo, obteniendo además beneficios netos de Q.0.06 por pollo y una disminución en costo de producción de Q0.25 por pollo con respecto a la dieta testigo.

Se recomienda: Utilizar niveles no mayores de 10% de harina de yuca en dietas iniciadoras y de 15% de harina de yuca en dietas finalizadoras de pollo de engorde.

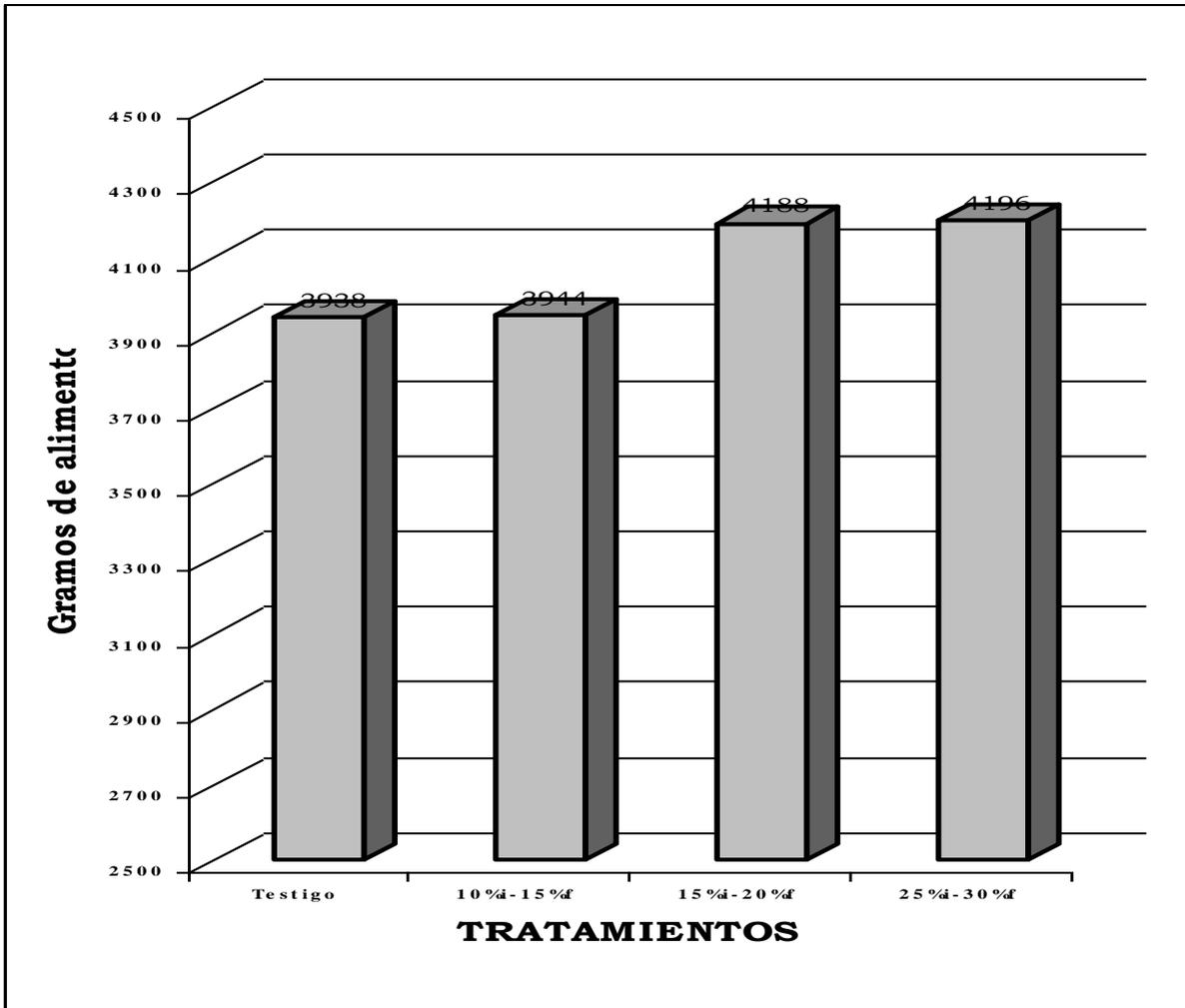
## **X. BIBLIOGRAFIA**

- CAMPABADAL, C. 1995. Utilización de algunos subproductos energéticos en la alimentación aviar. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. p. 6-13.
- CHADHA, Y.R. 1961. Sources of starch in commonwealth territories III. Cassava Tropical Science (EE.UU.). 3(4):101-113.
- CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, según sistema Holdrige. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

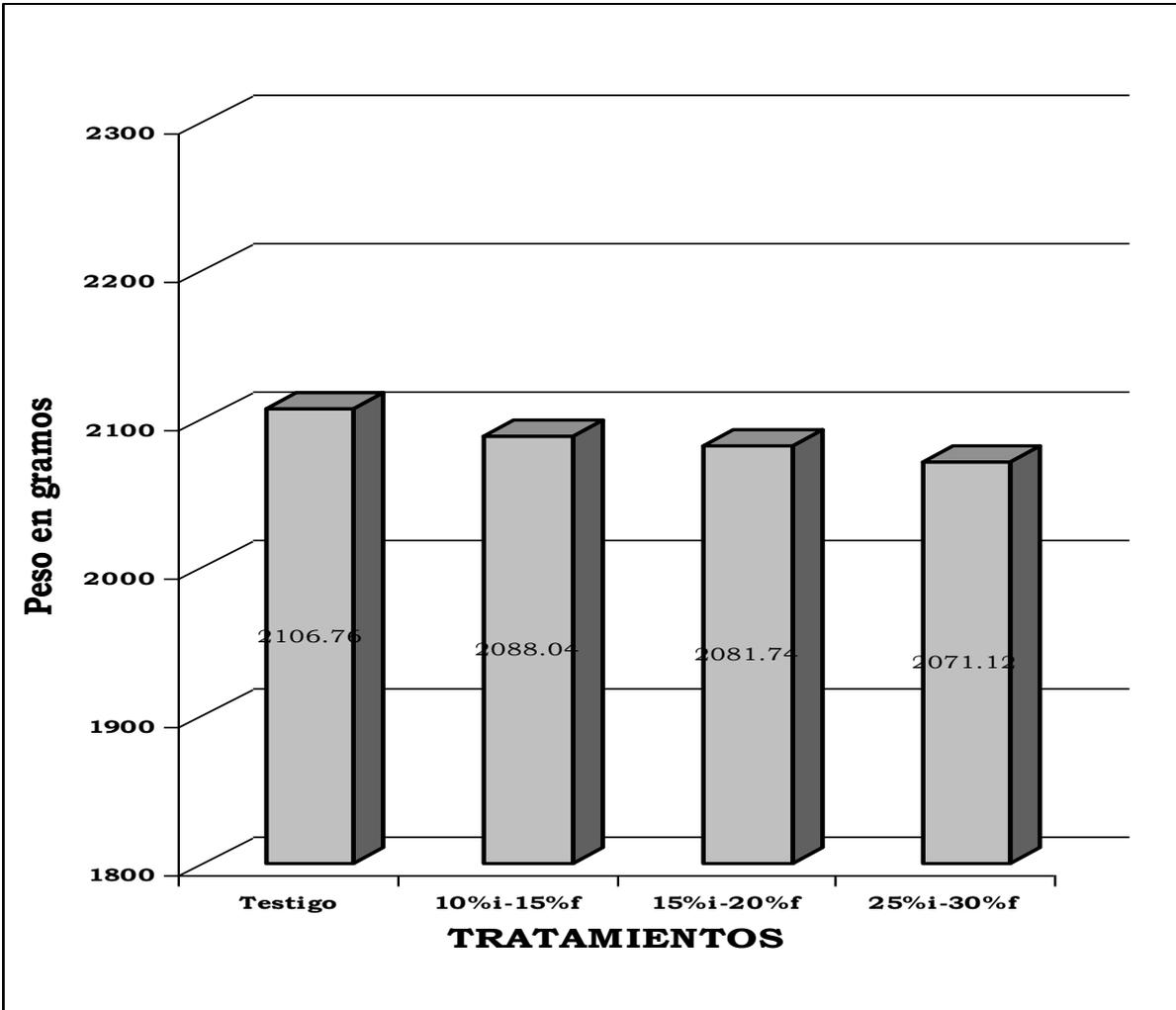
- ENRIQUEZ, F. ; ROSS, E. 1967. The value of cassava root meal for chicks. Poultry Science (EE.UU.). 46(3): 622-626.
- HAEUSSLER, E. F.; et al. 1994. Matemáticas para Administración y Economía. 2 ed. México, Grupo Editorial Iberoamericana. 835 p.
- INCAP (GUATEMALA). 1968. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala, Incap. 153 p.
- MAYNARD, L. A. 1989. Nutrición animal. 7 ed. México, Mc Graw Hill. 640 p.
- MONTILLA , J. J.; et al. 1969. Utilización de la harina de tubérculo de yuca (Manihot esculenta) en raciones iniciadoras para pollos de engorde. Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Col.). 19(4):381-388.
- . 1973. Efecto de la incorporación de yuca amarga en raciones para pollo de engorde. Agronomía Tropical (Col.). 25(3):259-265.
- MORRISON, F. B. 1987. Alimentos y alimentación del ganado. México, Hispano Americana. p. 514-516.
- MULLER, Z.; et al. 1975. La yuca como sustituto total de los cereales en las raciones de ganado y aves de corral. Revista Mundial de Zootecnia (Italia). 20(6):19-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. Nutrient Requirement for poultry, nutrient requirement of domestic animals. National Academy of Science. 9 ed. Washington, D.C., National Academy Press. 98 p.
- OLSON, D.W.; et al. 1969. The metabolizable energy content and feeding value of mandioca meal in diets for chicks. Poultry Science (EE.UU.). 48:1,445-1,452.
- PATRICK, H. 1980. Poultry: feeds and nutrition. 2 ed. EE.UU., Avi Publishing Company, INC. p. 73-89.
- RODRIGEZ DE LEÓN, C. A. 1989. Evaluación de variedades de yuca (Manihot sp.) para extraer almidón, en la zona cálida seca, Guatemala, ICTA. p. 3.

- RUÍZ, M. E. 1983. Aspectos nutricionales en la producción de leche. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. v.1. p. 23-45.
- SHIMADA, A. S. 1971. Utilización de la yuca en la alimentación animal. Técnica Pecuaria (Méx.). 5:50-57.
- ZUMBADO, M. E; MURRILLO, M. G. 1980. Utilización de la harina de yuca (Manihot esculenta) en la alimentación de pollos parrilleros. Agronomía Costaricense (C.R.). 4:89-87.

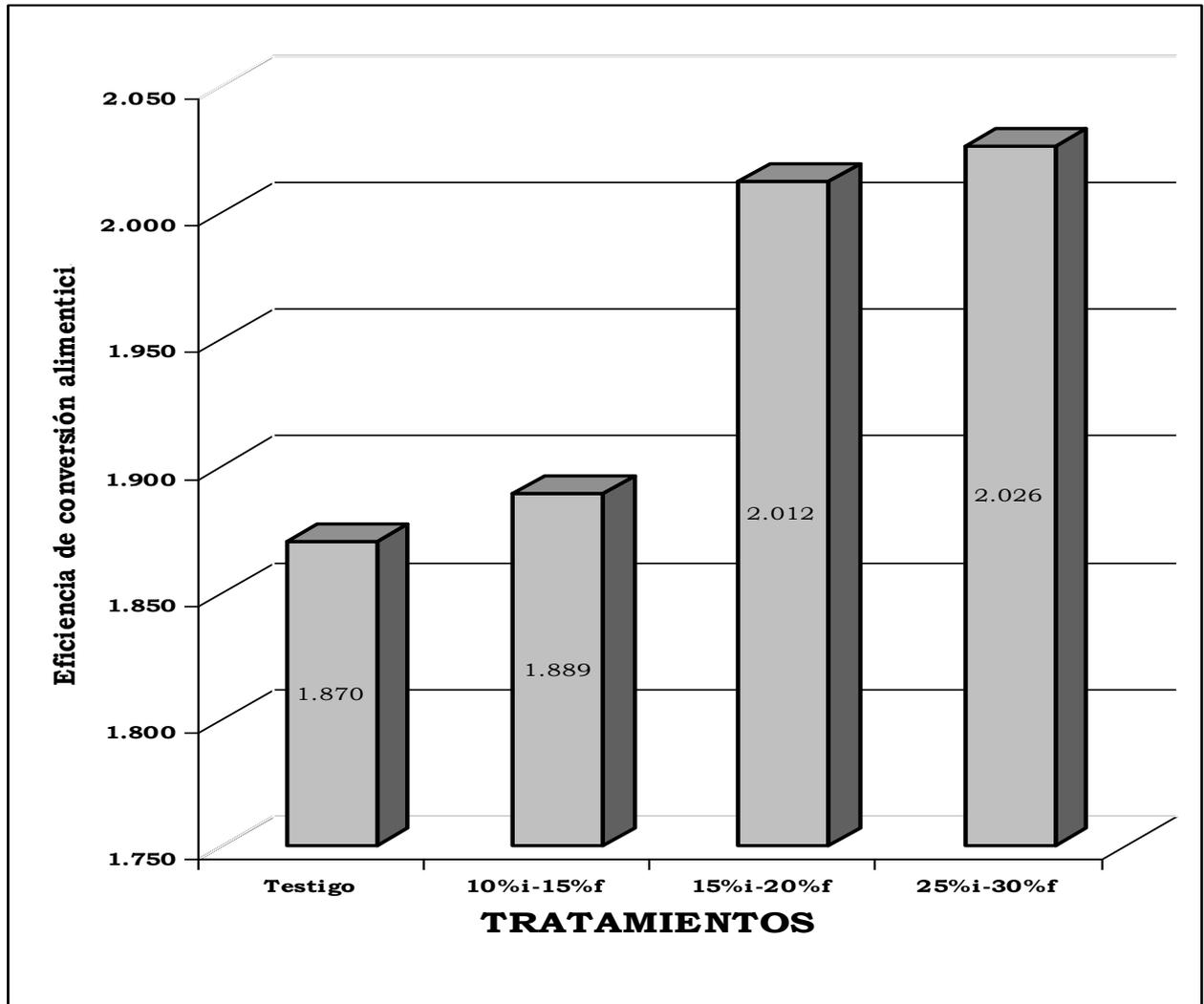
**XI. ANEXOS**



**FIGURA 4- A** Consumo de alimento por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (*Zea mays*),



**FIGURA 5- A** Ganancia de peso por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (*Zea mays*), por



**FIGURA 6- A** Conversión alimenticia por tratamiento, en la evaluación de la sustitución de Maíz (*Zea mays*).