

51  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



**“ EFECTO DE LA PULIDURA DE ARROZ EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO OSEO EN  
POLLOS DE ENGORDA ”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
P R E S E N T A :  
**RICARDO GAXIOLA CENTENO**

ASESORES MC. ALFREDO LARIOS SALDAÑA  
MVZ. JUAN A. MONROY JUAREZ

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**1995**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

51  
209

THE NATIONAL ARCHIVES  
COLLECTIONS





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo  
"Efecto de la pulidura de arroz en el crecimiento y  
desarrollo óseo en pollos de engorda".

que presenta el pasante: Ricardo Gaviola Centeno  
con número de cuenta: 9857775-1 para obtener el TÍTULO de:  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 31 de mayo de 1995

PRESIDENTE	PhD. Ariel Ortiz Nuñez	
VOCAL	MVZ. José Ortega Sánchez de Tzila	
SECRETARIO	MVZ. Juan Alfonso Monroy Juárez	
1er. SUPLENTE	MVZ. Gloria Ortiz Gasca	
2do. SUPLENTE	MVZ. Carlos Avila Arreola	

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por estar siempre a mi lado, ser siempre mi modelo e ideal de vida, por haber sembrado en mí la fe y la esperanza y enseñarme a caminar.

### **A mis padres**

**Ricardo:** Por estar siempre pendiente de mí, por procurarme lo necesario para mi realización personal y profesional y por estar siempre a mi lado cuando más lo he necesitado.

**Ma. Eugenia:** Por su amor, entrega y sacrificio durante toda mi vida, por siempre alentarme para seguir adelante y llevarme de la mano con sus consejos siempre atinados.

### **A mis hermanas**

**Diana:** Por que siempre creíste en mí.

**Jenny:** Donde quiera que estés.

### **A Karla**

por su gran amor, por apoyarme y alentarme siempre, por estar conmigo en los momentos difíciles y por creer siempre en mí.

### **A la familia Rentería**

Por alentarme a salir adelante.

### **A mis amigos**

Sin mencionar nombres hoy les doy gracias por su gran apoyo.

#### A mis compañeros de carrera

A los Pepsis, compañeros y amigos: Angélica, Georgina, Gabriel Galván, Omar, Homero, Gabriel González, Arturo; a Fernando y a los Muppets.

#### A mis asesores de tesis

Al MC Alfredo Larios Saldaña: Por su apoyo incondicional, atinada asesoría, buenos consejos y enseñanzas.

Al MVZ Juan A. Monroy Juárez: Por el apoyo e interés que siempre depositó en este trabajo, por sus atinadas intervenciones en el y por ese gran espíritu universitario que va más allá de las aulas.

#### A los miembros del jurado

Que con gran profesionalismo realizaron acertadas correcciones y por el apoyo recibido de todos ellos.

#### A mis compañeros y amigos del CINVESTAV

Conchita Medina, Conchita Gómez, Lolis, Betty, Pilar, Vicky, Nancy, Lulú, Lorena, Arturo, Hector, Ives, Julio, Roberto, Carlos Gómez, Carlos Cruz, Miguel, José Luis, Juanito, Paco, Guillermo, entre otros. Por que siempre me apoyaron, me ayudaron en todas mis dudas y nunca dudaron en enseñarme lo necesario.

#### A la FES-C

Por proporcionarme los elementos necesarios para mi formación profesional.

#### Al departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV.

Por facilitarme todo lo necesario para la realización de este trabajo.

#### Al Bioterio del CINVESTAV

Por haberme permitido utilizar sus instalaciones para la realización de las pruebas biológicas

## INDICE:

OBJETIVOS .....	1
RESUMEN .....	2
INTRODUCCION .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	19
RESULTADOS Y DISCUSION .....	34
CONCLUSIONES .....	60
RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES .....	62
OBSERVACIONES .....	63
BIBLIOGRAFIA .....	64
FIGURAS .....	69

## **OBJETIVOS**

**Observar el efecto que causa en el desarrollo de los pollos de engorda la adición de Pulidura de Arroz tratada, por la presencia de ácido fítico residual, agente quelante que causa fragilidad ósea.**

**Medir los efectos de la cantidad de Pulidura de Arroz y el tratamiento que esta reciba, en el desarrollo óseo y corporal de las aves de crecimiento rápido.**

**Comprobar que es posible mediante un tratamiento previo aumentar la cantidad de Pulidura de Arroz en la dieta sin causar un detrimento en el desarrollo corporal y en la asimilación del calcio en el hueso.**

**Comprobar que método para la reducción del ácido fítico es el más adecuado por el costo y facilidad del proceso.**



## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los laboratorios de Alimentos del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Para la realización del mismo se utilizó como materia prima Pulidura de Arroz (PA) adquirida en el molino de arroz "El Jarocho" Ubicado en la Ciudad de Córdoba Ver. La cual fue desengrasada (PAD), tamizada y tratada para finalmente emplearla en las pruebas con pollos de engorda (*Vantrass*), en sustitución parcial de maíz.

En la primera prueba se compararon esencialmente dos procedimientos en los que se efectuó la reducción del ácido fitico (AF), el primero de ellos consistió en dar un tratamiento hidrotérmico (temperatura de ebullición) a una mezcla de pasta de soya, harina de maíz y PA desengrasada (PAD) que contenía 0.5% de óxido de calcio (CaO) y en el segundo se efectuó la fermentación con levadura de panificación. Los resultados obtenidos con la medición de los parámetros de crecimiento y desarrollo óseo de los animales indicaron que los niveles residuales de AF fueron similares, por lo que fue seleccionado el procedimiento con CaO.

Se realizaron 2 pruebas más con el fin de observar si existía una correlación entre las variables de crecimiento y desarrollo óseo con el contenido de AF residual en la dieta, para lo que se emplearon niveles ascendentes de PAD tratada 10%, 15% y 20% en la dieta. El análisis estadístico realizado a las evaluaciones biológicas 1 y 3 demostró que a un nivel de significancia de 0.05 existieron diferencias estadísticas entre las dietas así como una correlación negativa entre la presencia de AF residual y el desarrollo óseo, es decir que a mayor cantidad de AF, menor desarrollo del hueso.

## INTRODUCCION.

En los últimos años la producción avícola ha sufrido un incremento considerable, ocasionando con ello que el problema más importante de esta industria sea el abastecimiento de materias primas, sobre todo las requeridas en la elaboración de alimentos balanceados, por lo que se recurre a su importación para cubrir la demanda con el lógico incremento en los costos de producción; otro factor importante que repercute en esto lo es el acaparamiento de grano por parte de las empresas transnacionales productoras de alimentos balanceados (Preston, 1983).

Una solución al problema es la utilización de desechos y subproductos agroindustriales como sustitutos en dietas balanceadas para disminuir los costos de producción del alimento y así superar el problema de abastecimiento de materias primas, siempre y cuando los materiales posean bajos contenidos de compuestos tóxicos o antinutricionales, para que su nivel de incorporación sea atractivo (Preston, 1983). Estos desechos pueden ser los derivados de la industria de la extracción de aceites comestibles, como: la pasta de soya, de girasol, maíz etc.; desperdicios de las industrias elaboradoras de frituras, galletas y pan; y otros subproductos de origen animal como las harinas de sangre, hueso, pluma, carne, pescado; entre otros.

### INGREDIENTES COMUNMENTE USADOS EN LA ALIMENTACION ANIMAL.

El elemento nutricional relativamente más escaso en la naturaleza son las proteínas, estas son precisamente las responsables del desarrollo y crecimiento de los animales; sirven de material indispensable para la construcción de los diferentes tejidos y órganos, intervienen en producciones diversas (plumas, pelo, huevos, etc.); además aportan energía y protegen al organismo de la acción perjudicial de los residuos de la digestión así como de las toxinas producidas por microorganismos (Concellón, 1978).

Las proteínas pueden ser de origen animal o vegetal. Las primeras tienen para las aves y otros animales un valor superior al de las proteínas vegetales, son ante todo más digeribles por que carecen de fibra cruda y poseen un valor elevado de asimilación; contienen más aminoácidos esenciales; además de calcio y fósforo con mayor biodisponibilidad y vitaminas del complejo B.

Las proteínas vegetales contenidas en la harina de pasta de soya tienen un alto valor nutricional y son indiscutiblemente superiores a las presentes en otros vegetales de uso común en la formulación de raciones para las aves y otros animales. En la soya el aminoácido limitante es la metionina, en 100 g de proteína de harina desengrasada de soya están contenidas: isoleucina 4.6 g, leucina 7.7 g, lisina 6.2 g, metionina 1.3 g, cistina 1.2 g, fenilalanina 5.3 g, treonina 4.2 g, triptofano 1.4 g, valina 4.9 g (NRC, 1975; Ballinas, 1992).

### VALOR BIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS

El valor biológico más alto se le atribuye a la caseína y algunos alimentos que la contienen en gran cantidad son:

TABLA No. 1

Caseína	100.0
Harina de pescado	85.0
Harina de carne	62.8
Levadura de cerveza	62.0
Semilla de soya	55.6
Alfalfa	25.6

FUENTE: (Concepcion, 1978; Ballinas, 1992).

Algunos alimentos con alto contenido de proteína son: las pastas de ajonjolí, algodón, cacahuate, cartamo, girasol, soya, harinas de carne, pluma, pescado, gluten de maíz, salvado de trigo y pulidura de arroz (PA), entre otros (Shimada, 1987).

## **NECESIDADES NUTRICIONALES DE LOS POLLOS DE ENGORDA.**

### **PROTEINAS Y AMINOACIDOS.**

Una de las problemáticas que plantean las proteínas es que no se pueden almacenar en el organismo para su uso futuro, como acontece con las fuentes de energía, por tanto es necesario proporcionar diariamente los aminoácidos esenciales requeridos por los pollos, para una máxima producción de carne o huevo en el caso de gallinas; si el aporte diario de aminoácidos no es el necesario se verá reflejado en la producción, es decir que disminuirá la cantidad de producción de carne y la cantidad y calidad de la producción de huevo en el caso de las gallinas. Hay 22 aminoácidos que forman los diferentes tipos de proteína de las aves, estos se dividen en tres grupos. El primero es el de los esenciales, incluye aminoácidos que no pueden ser sintetizados en el organismo, o que no pueden ser sintetizados a la velocidad que el animal lo requiere. En el segundo grupo están los semiesenciales que son los que pueden ser sintetizados a partir de algunos aminoácidos esenciales. Los del tercer grupo son fácilmente sintetizados de sustratos simples, están disponibles en forma natural y se les denomina no esenciales. Para pollos los aminoácidos esenciales son: arginina, lisina, histidina, leucina, isoleucina, valina, metionina, treonina, triptofano y fenilalanina; los semiesenciales: tirosina, cistina e hidroxilisina. (NRC, 1975; Avila, 1990).

Existen factores que pueden limitar la disponibilidad de los aminoácidos en los alimentos, siendo los más comunes las condiciones de procesamiento, la presencia de compuestos antinutricionales, la composición química y física de las proteínas, o el nivel de fibra; por lo general los efectos más perjudiciales se deben a tratamientos térmicos o de presión excesivos, entre los factores antinutricionales presentes en los alimentos que intervienen en procesos de absorción y digestión tenemos a los inhibidores de la tripsina y los taninos (Parsons, 1993).

### **FIBRA Y ENERGIA.**

Los carbohidratos más utilizados en la alimentación de las aves son azúcares simples, sacarosa, maltosa y almidón, se obtienen de productos agrícolas tales como: maíz, trigo, yuca, arroz, pulidura, salvado y sorgo (Shimada, 1987). El almidón es altamente digestible para las

aves por que sus enzimas digestivas son capaces de hidrolizarlo (lo contiene en altas cantidades el maíz). En cambio no poseen las enzimas necesarias para hidrolizar la celulosa a pesar de que es semejante al almidón desde el punto de vista estructural. Consecuentemente ya que el contenido energético de la dieta determina el consumo de todos los nutrientes, es decir, a mayor contenido energético menor será el consumo de alimento ingerido por el ave y viceversa. Cuando la dieta se diluye con material inerte, como la fibra, las aves consumen una mayor cantidad de alimento para satisfacer sus necesidades de energía, además, si el contenido de energía es bajo, se corre el riesgo de que la proteína se utilice como fuente de energía en vez de emplearse para la síntesis tejidos.

La fibra posee ciertos factores que limitan su incorporación a la dieta en altas cantidades: compete con los minerales, pero aun no se descubre si en realidad es la fibra o el AF presente en ella, quien interfiere con la absorción de proteínas y carbohidratos, disminuye el consumo de alimento y aumenta la cantidad de heces excretadas (Thompson, 1989; Cummings, 1978). Algunas fuentes de fibra son: cebada, salvados de trigo y arroz, harina de alfalfa y grano de cervecera, entre otros (Shimada, 1987).

Las grasas son fuentes más concentradas de energía, pues proporcionan de 2.25-2.50 veces más que las proteínas y carbohidratos por unidad de peso.

Para pollos de 0-5 semanas de edad se requiere de una relación de energía proteína de 132 a 143 (kcal/kg/%proteína), una cantidad de energía de 2,900 a 3,000 kcal/kg y un contenido máximo de fibra de 4% (NRC, 1975).

## **VITAMINAS Y MINERALES.**

Las vitaminas se requieren en cantidades muy pequeñas en la dieta para mantenimiento de la salud y para un funcionamiento normal del cuerpo. Para pollos de 0-5 semanas de edad se recomiendan las siguientes cantidades por kg. de alimento:

TABLA No. 2

Vitamina K	0.5 mg.
Tiamina	1.8 mg.
Riboflavina	3.6 mg.
Ac. pantoténico	10.0 mg.
Niacina	27.0 mg.
Piridoxina	3.0 mg.
Biotina	0.15 mg.
Colina	1300.0 mg.
Folacina	0.55 a 1.20 mg.
Cianocobalanina	0.009 mg.
Vitamina A	1500 UI.
Vitamina E	10 UI.
Vitamina D	200 UI.

FUENTE (NRC, 1975).

Los minerales en las aves son esenciales para diversas funciones, principalmente el crecimiento. Algunos de éstos se requieren en cantidades relativamente grandes y por eso se llaman minerales mayores o macrominerales (Ca, P, Mg, Na, K y Cl). Otros son requeridos en pequeñas cantidades por lo que reciben el nombre de minerales traza o microminerales (Cu, Co, Fe, I, Mg, Zn, Mb y Se).

Las necesidades de minerales para las aves de 0-5 semanas de edad, se expresan en la siguiente tabla:

**TABLA No. 3**

Calcio	0.9 %
Fósforo	0.7 %
Sodio	0.15 %
Potasio	0.2 %
Manganeso	600.0 mg/kg
Hierro	80.0 mg/kg
Cobre	4.0 mg/kg
Zinc	40.0 mg/kg
Selenio	0.10 mg/kg

FUENTE (NRC, 1975).

### **FORMACION DEL HUESO.**

La formación del hueso es altamente dependiente de un adecuado aporte de calcio, fósforo y vitamina D (NRC, 1975).

Las células formadoras de hueso son los osteoblastos y la calcificación esta dada por la precipitación de fosfato de calcio en la matriz ósea. Los huesos largos son formados primero en cartílago, luego transformados en huesos por osificación que comienza en la diáfisis y luego en los extremos del hueso (formación endocondral de los huesos). Los osteoblastos forman una red de fibras de colágena, esta matriz luego se calcifica, mientras tanto, el cartílago en el centro de la diáfisis es invadido por osteoclastos que lo erosionan (William, 1986).

La calcificación normal del hueso se puede ver alterada por factores ajenos a esta fisiología como son: la falta de aporte de calcio en el hueso, alteración en la relación Ca:P, deficiencia de vitamina D y la presencia de agentes quelantes; entre otros (Staunton y col., 1976).

## **CRECIMIENTO DEL HUESO.**

Existen áreas especializadas en los extremos de cada hueso largo (epífisis) están separadas de la diáfisis por una capa de cartilago activamente proliferante, el disco epifisiario. El crecimiento óseo en longitud ocurre mientras este disco deposita nuevo hueso sobre el extremo de la diáfisis. La anchura del disco epifisiario es proporcional a la velocidad de crecimiento, la anchura de este disco es mediada por varias hormonas, principalmente la hormona hipofisiaria del crecimiento, a través de la somatomedina.

El crecimiento óseo lineal puede ocurrir mientras las epífisis están separadas de la diáfisis, pero tal crecimiento cesa cuando las epífisis se unen con la diáfisis (cierra epifisiario).

Los huesos del cráneo se forman por osificación de las membranas, formación intramembranosa de los huesos (William, 1986).

## **PAPEL DE LA VITAMINA D EN EL DESARROLLO OSEO.**

El transporte de  $Ca^{2+}$  desde el intestino es incrementado por un metabolito de la vitamina D. El término vitamina D se usa para referirse a un grupo de esteroides íntimamente relacionados, producidos por la acción de la luz ultravioleta sobre ciertas provitaminas. La vitamina  $D_3$  (colecalfiferol), es producida en la piel de los mamíferos por la acción de la luz solar. La  $D_3$  es transportada en el plasma junto con una proteína fijadora de vit. D (DBP). En el hígado es convertida a un metabolito 25-hidroxicolecalciferol (calcidiol,  $25-OHD_3$ ); este a su vez es convertido en el riñón, a metabolito más activo, 1,25-hidroxicolecalciferol, que también recibe el nombre de calcitriol o  $1,25-(OH)_2D_3$ . El 1,25-hidroxicolecalciferol induce a dos proteínas en el hueso que son captadoras de calcio. También juega un papel importante en la movilización del calcio y fósforo, probablemente al aumentar el transporte activo de calcio fuera de los osteoblastos hacia el líquido extracelular (William, 1986).

La 1,25-hidroxicolecalciferol actúa sobre el intestino y el hueso para aumentar las concentraciones de calcio y fósforo, su formación es facilitada por la acción de la hormona paratiroidea y al disminuir la concentración de calcio plasmático se aumenta la secreción de



hormona paratiroidea, cuando es alto se produce poco 1,25-hidroxicolecalciferol y el riñón produce en su lugar el metabolito 24,25-hidroxicolecalciferol, el cual es relativamente inactivo (William, 1986).

## **DEFICIENCIAS DE CALCIO EN LAS AVES.**

Los orígenes de los trastornos del sistema esquelético de las aves provienen de alteraciones en la dieta, aumento de la producción, alojamiento inadecuado, genética y falta de ejercicio (Avances, 1991).

La deficiencia de calcio o de fósforo en la dieta de las aves jóvenes en crecimiento causa un desarrollo anormal del esqueleto aún cuando la dieta contenga una cantidad adecuada de vitamina D, el desarrollo anormal no se evita ni se detiene aumentando el consumo de vitamina D. Las causas pueden ser por: un aporte insuficiente de calcio, alteración de la relación Ca:P o bien por los agentes que disminuyen su utilización, como el ácido fítico y otros quelantes presentes en los vegetales (Staunton y col., 1976).

El calcio y el fósforo son necesarios para la síntesis ósea y una deficiencia de cualquiera de los dos produce una falta en la calcificación esquelética normal. La deficiencia de calcio causa en las aves jóvenes raquitismo y en las adultas osteoporosis, el calcio se retira de los huesos para compensar la deficiencia dietética causando huesos porosos y quebradizos. La deficiencia de calcio es más visible en aves adultas sobre todo en producción por que requieren un aporte mayor de calcio para la formación del cascarón del huevo, reflejándose esta deficiencia en el reblandecimiento del cascarón, disminución de la producción, huesos porosos y quebradizos, cojera, postración. Aunque la osteoporosis puede presentarse en aves jóvenes en crecimiento es mucho más común en las gallinas adultas (Merck, 1988).

En aves jóvenes aún existiendo deficiencia de calcio en ocasiones no es posible detectarlas a simple vista por lo que es necesario valerse de un apoyo diagnóstico, en este caso se puede cuantificar la cantidad de cenizas en hueso para determinar alteraciones en la cantidad de minerales presentes en el mismo. Esto en los pollos ocasiona un estrés muy grave, debido a que

la deficiencia de mineral hace que el pollo lo busque del suelo, o bien de las plumas de el mismo o de otras aves, llegando a producir lesiones graves o a matarse entre sí, se dice que el color de la sangre induce al pollo a picar al ave lesionada. Además se pueden observar otros signos de deficiencia de calcio como son: cojera y patas rígidas; retraso en el crecimiento y plumaje descuidado. Los huesos de las patas son gomosos y las articulaciones tienden a agrandarse. En esta deficiencia algunas aves pueden llegar a paralizarse. Generalmente se observa una descalcificación de los huesos largos, en ocasiones hay deformación de las costillas y esternón debido a pequeñas fracturas, que también pueden sufrir las vértebras torácicas, generalmente T-4 y T-5 llegando a provocar parálisis. Los animales con deficiencia de calcio generalmente toman una posición de recumbencia con las patas extendidas lateralmente o hacia adelante (NRC, 1975; Merck, 1988).

#### **DEFICIENCIA DE VITAMINA D.**

Una deficiencia de vitamina D provoca desordenes en la absorción de calcio y fósforo, también puede provocar retardo en el crecimiento. La deficiencia de esta vitamina provoca una signología similar a la presentada en la deficiencia de calcio y fósforo, caída de pluma, descalcificación de huesos, deformación de los mismos, etc. Este síndrome desaparece al administrar la vitamina (NRC, 1975).

#### **PULIDURA DE ARROZ.**

Es un producto derivado de la fricción del grano al ser beneficiado en la máquina descascaradora. está formado por las capas de aleurónicas del grano, la parte interna del pericarpio y parte del material almidonoso del grano (Campabadal, 1993); por sus características nutricionales es un buen sustituto de grano en las formulaciones alimenticias. Algunos autores citan que sólo es posible aumentar un 10% de PA sin causar problemas en el desarrollo de las aves (Arteaga, 1974). En éste mismo trabajo se hace mención que el nivel máximo de PA que se puede adicionar a la dieta es de 25.4% obteniéndose resultados similares a los de la dieta testigo; la alta concentración de PA puede ocasionar diarreas, pero se reporta que se ha utilizado hasta un 40%, con 60% de harina de yuca (*yucarroz*), siendo un sustituto satisfactorio de la totalidad del grano en raciones balanceadas para pollos de engorda (Manjarrez y col., 1976); cabe

mencionar que la PA se sustituye en las dietas por granos como el maíz, trigo, sorgo, avena, etc. que tienen un precio más elevado en el mercado.

La PA se plantea como un buen sustituto parcial de granos en dietas para aves, pero tiene ciertas limitantes, la primera es que sus grasas se enrancian fácilmente después del proceso de obtención del grano, formando peróxidos, aldehídos y cetonas(enranciamiento), que limita su uso en la formulación de una dieta. Para evitar el enranciamiento en algunos países se extrae el aceite de la PA para consumo humano, uso en la industria alimenticia, cosmetología, etc, y los principales productores son: India; Japón y China, con una producción total de (69,300 toneladas) de aceite vegetal. Se recomienda que la PA sea desengrasada inmediatamente después de ser cosechada para evitar el deterioro enzimático de sus grasas. Si no se ha eliminado el aceite de la PA, es recomendable hacerlo para incorporar la PA en alimentos balanceados (Juliano, 1985).

El contenido en fibra que posee la PA es un factor indeseable para las aves, por lo que se ha planteado la eliminación de esta por el tamizado, generalmente se hace por la obtención de subfracciones o separación de partículas por diferencia de tamaños y contenido de fibra cruda (Saunders, 1985 y 1986; Porcayo, 1988). Otra limitante de la PA es la presencia del AF que se encuentra en forma de fitatos (fitato de sodio y potasio), este es un agente quelante que se une a los minerales afectando su biodisponibilidad.

Ruiz en 1992, plantea la alteración de la solubilidad del AF por medio del tratamiento térmico con CaO, de esta forma es menos reactivo y se unen a el menor cantidad de minerales en el tracto digestivo.

El efecto que se puede observar en las aves por la adición de PA es de deficiencia de calcio, pica, canibalismo, plumaje descuidado hasta llegar a los efectos en la mineralización de los huesos (ver deficiencia de calcio).

## **COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO DE LA PULIDURA DE ARROZ.**

Las proteínas del grano de arroz representan alrededor del 10% en peso, es comparable con otros cereales como el trigo, avena, cebada y maíz; no obstante las proteínas del arroz son las de mayor calidad nutritiva, debido a que los enlaces arginina-lisina duplican a los contenidos en las proteínas de otros cereales, donde la acción enzimática de la tripsina es favorecida. Los aminoácidos limitantes del arroz son la lisina en primer lugar, y la treonina en segundo; su valor biológico y la relación de eficiencia proteica de 75 y 1.9 respectivamente, siendo superiores a los del maíz y trigo (67 y 1.5) (Primo, 1979).

La composición química de la PA varía ya que depende de la variedad del arroz, tratamiento del grano anterior a la molienda, tipo, grado de molienda y operación de los molinos (primo, 1979).

### **PROTEINAS.**

En la PA el contenido de proteína oscila de 9.8 a 15.4, mostrando 4.81g lisina/16g Nitrógeno y un destacado nivel de azufrados de 3.85g/16g Nitrógeno, por su composición en aminoácidos y las evaluaciones de relación de eficiencia proteica de 1.59 a 1.92, se comparan favorablemente con las de otros cereales y oleaginosas (trigo, avena, cebada, girasol, etc.) (Saunders, 1990).

El valor nutritivo de las proteínas de la PA es superior al del arroz blanco por sus mayores niveles de lisina y menores de ácido glutámico; ésta distribución desigual se debe a la mayor concentración de albúminas (37%), con mejor balance de aminoácidos de las capas de aleurona y del germen del grano entero, seguido por glutelinas (22%), globulinas (36%) y prolaminas (5%). En el grano blanco no menos del 80% son glutelinas, 5% de albúminas, 10% globulinas y aprox. 5% de prolaminas (Juliano, 1972).

### **LIPIDOS.**

La PA presenta un nivel de grasas entre 12.8 y 23.6%, con el 90% de sus ácidos grasos compuestos por ácido palmítico (12.3-20.5%), oleico (37.1-52.8%) y linoléico (0.5-4.9%); la

fracción insaponificable del aceite representa del 2.0-4.9% y esta constituida por 42% de esteroides, 24% de alcoholes de peso molecular elevado, 20% ésteres de ácido fértilico, 10% hidrocarburos y 2% de otros componentes no identificados (Saunders 1990).

## **CARBOHIDRATOS.**

Los carbohidratos de la PA son celulosas (8.7-11.4%), hemicelulosa (9.6-12.8%) y almidón que aunque no se encuentra reportado puede estar presente en un 10-20%, debido al rompimiento del endospermo durante la molienda, los azúcares como la glucosa, fructosa, sacarosa y rafinosa se hallan en un rango de 3-8% (Saunders, 1990).

## **MINERALES.**

Los minerales en la PA triplican los valores que posee el grano refinado. El fósforo es el mineral más abundante 14800-28680 ppm, pero alrededor del 90% se encuentra formando fitatos. Estos compuestos se encuentran en controversia, por la influencia que tienen en la disponibilidad de otros microelementos (agente quelante) como calcio, magnesio, hierro y zinc; además de afectar la relación Ca:P, provocando así modificaciones óseas y al unirse a proteínas por interacción con metales, disminuye su valor biológico. Otros minerales importantes presentes en la PA son: potasio, calcio y hierro presentes en una concentración de 13650-23960, 140-1310, 190-1310 ppm, respectivamente (Tortosa y Benito de Barber, 1977; Saunders, 1985/86).

## **VITAMINAS.**

Adicionalmente la PA es una fuente excelente de vitaminas, contiene el 78% de tiamina, 47% de riboflavina y el 67% de niacina del arroz entero; sus respectivas concentraciones en la PA oscilan entre 10.1-27.9, 1.7-3.4, 236-590 ppm en base seca (Saunders, 1985/86).

## **FACTORES ANTINUTRICIONALES**

### **PRESENCIA DE ACIDO FITICO**

El AF es un agente quelante que se encuentra en forma de fitatos; los fitatos son sales de Ca, Mg y K provenientes del ácido fitico (ácido mioinositol hexafosfórico) y están presentes de

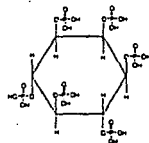
manera abundante en las semillas de leguminosas, oleaginosas y cereales, representando alrededor del 1 al 3%, y se pueden encontrar en forma de sal en una o en las tres formas siguientes: fitato de calcio  $\text{Ca}_2\text{Mg}$  (fitina), el cual es soluble a un pH bajo (5.5-6.0) e insoluble aun pH alto (8.7) y fitatos de sodio  $\text{Na}_2\text{Mg}_3$  y potasio  $\text{K}_2\text{Mg}_3$ , los cuales son insolubles a un pH mínimo de 3.5 (Johanes y Pieter, 1986; Cherian, 1980).

Los niveles elevados de AF en las dietas tienden a causar un efecto detrimental en la disponibilidad de algunos minerales tales como Ca, Mg, Fe, Zn y otros elementos trazas por el hecho de que los grupos fosfato forman fácilmente complejos con minerales (Sutardi y Buckle, 1985). El AF también se une a proteínas por interacciones electrostáticas que forma con algunos grupos de aminoácidos haciéndolos indisolubles e indisponibles biológicamente para los animales.

Cabe mencionar que existen varios factores de los cuales depende la biodisponibilidad de los minerales para el organismo animal, como son: a) cantidad de AF, b) concentración de minerales, tamaño y valencia, c) asociación del fitico con la proteína, d) tratamiento térmico del alimento, e) pH y f) presencia de otros iones metálicos (efecto sinérgico).

El 75% del AF, forma parte de la composición de la fibra soluble e interviene en funciones fisiológicas muy importantes durante la dormancia y germinación de la semilla (Torre y Rodríguez, 1990).

La habilidad quelante del AF es atribuida a 6 grupos ortofosfatos en la molécula (fig. 1) que dan a este elemento un potencial de 12 enlaces coordinados para atrapar elementos trazas polivalentes y/o proteínas (Cherian, 1980).



### **INESTABILIDAD QUIMICA DE LAS GRASAS.**

Las enzimas naturales lipasas y en menor grado oxidasas, así como las de origen microbiológico son las causas fundamentales de la descomposición de las grasas. El aceite del grano integral es relativamente estable debido a que

las enzimas potencialmente degradativas están localizadas en la testa y células transversales y el aceite en las células de aleurona y germen. Con las operaciones de molienda se rompen las estructuras físicas y se eleva la actividad lipásica, que causa la hidrólisis de las grasas neutras a ácidos grasos libres, (Tortosa et al, 1977; Saunders, 1985/86). Los productos de oxidación que se generan se unen a proteínas y vitaminas disminuyen su valor nutritivo y en estados de descomposición muy avanzados son altamente tóxicos.

El uso de la PA se ha dirigido casi exclusivamente a la alimentación de los animales, principalmente cerdos y aves, donde se reportan problemas asociados a su consumo, mal estado sanitario, canales flácidas y diarrea que incluso han llegado a producirles la muerte al administrar grandes cantidades de PA (Arteaga, 1974; Tortosa-Benedito, 1977; Saunders et al, 1985 y 1986).

#### **PROCESOS DE DESFITINIZACION.**

Estos procesos son enfocados a la reducción y/o eliminación del AF tendientes a disminuir la deficiencia de minerales e incrementar el valor nutritivo del alimento; estos métodos son:

Desfosforilación del AF por la acción de las fitasas y calentamiento (Maga, 1982).

Diálisis y ultracentrifugación aplicados en los productos derivados de la soya como los concentrados y aislados en un intervalo amplio de pH, o mediante el autoclaveado (4 horas a 115°C) en donde se destruye la mayor parte del AF (Cherian, 1980; Okubo y col, 1975).

Germinación, en esta se utiliza parte del AF presente en la semilla; macerado, fermentación, existe una reducción enzimática por la acción de las levaduras; y tratamientos autolíticos (Sutardi y Buckle, 1985).

La adición de levadura de panificación es un tratamiento enzimático en el cual los fitatos se convierten en fitatos de mioinositol y ácido fosfórico y se ha observado un porcentaje de reducción que varía entre 20 y 98% (Davidek, 1990).

El método que se utiliza para que los fitatos no reaccionen atrapando minerales, se basa en cambiar la estructura de su molécula, de esta forma pasan intactos por el tracto digestivo, se eliminan en heces y por lo tanto no se pueden unir a minerales. Es importante dar tratamiento a la PA, de esta manera se puede aumentar la cantidad de la misma que puede ser incorporada a la dieta, sin ocasionar problemas en hueso; de otra manera es necesario aumentar el aporte de calcio en la dieta. Con la adición de Oxido de calcio (CaO), se convierten a las moléculas de fitato de sodio y potasio en fitato de calcio (Ruiz, 1992).

## **SOYA**

La soya pertenece a la familia *leguminosae*, sub-familia *Papilionidae* y género *glicine*. La especie de mayor importancia económica es *Glycine max* (L.) Merrill.

El cultivo de la soya ha ido en aumento debido a que tiene componentes de gran demanda como el aceite (18-21%) y las pastas. Sus proteínas son de buena calidad (Manuales para educación agropecuaria, Cultivos Oleaginosos, 1988).

## **COMPOSICION QUIMICA DE LA SOYA**

Los componentes más importantes de la soya son las proteínas (43.48%) y el aceite (19.57%), el contenido de fibra representa el (4.35%), cenizas (5.43%), hidratos de carbono (27.17%) (Primo, 1979).

## **FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA SOYA.**

Presenta productos inhibidores de la tripsina (IT). Según estudios realizados en animales de experimentación, los IT reducen la digestibilidad de la proteína y como consecuencia de ello retardan o inhiben de un 30 a un 50% el crecimiento normal, provocando además hipertrofia del páncreas, lo cual hace que se incrementen los requerimientos de aminoácidos azufrados y reduce la energía metabolizable, por lo que se asume que esto también pueda pasar en otros animales. Uno de los procedimientos habituales para la reducción de los IT, es someter a la soya y sus productos a un tratamiento térmico de 100°C durante 10 minutos (Badui, 1988; Rackis, 1981).



Otros de los factores antifisiológicos presentes en la soya y sus productos son los oligosacáridos: estaquiosa (3.8%), rafinosa (1.1%) y verbascosa (trazas), que representan la tercera parte de la soya. Estos compuestos son absorbidos al llegar al tracto gastrointestinal (intestino delgado), y como consecuencia de ello la microflora presente en el ileon y principalmente la del colon (intestino grueso) los fermentan con la formación de dióxido de carbono e hidrógeno, responsables de la flatulencia (Rackis, 1981).

En la soya se encuentra alrededor de un 2.0-3.5% de AF, el cual como ya se indicó anteriormente es un agente quelante que se une a minerales alterando su biodisponibilidad. Cabe mencionar que dependiendo del tipo de vegetal es el tipo de AF presente en el mismo y por tanto su reactividad también varía.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **MATERIAL BIOLÓGICO.**

- Pollos de engorda línea *Vantress*.

### **MATERIALES PARA LAS DIETAS.**

- Pulidura de arroz
- Harina de soya
- Harina de maíz (MASECA)
- Aceite de girasol (123)
- Premezcla de vitaminas
- Premezcla de minerales
- Metionina grado alimenticio
- Lisina grado alimenticio

### **REACTIVOS.**

- Acido Sulfúrico concentrado.
- Catalizador óxido de mercurio-sulfato de potasio.
- Solución hidróxido de sodio 60%-tiosulfato de sodio 5%.
- Acido bórico 5% (P/V).
- Acido clorhídrico 0.01N.
- Rojo de metilo 0.2%.
- Azul de metileno 0.2% (P/V).
- Solución indicadora (rojo de metilo-azul de metileno).
- Acido acético 70%.
- Acido nítrico concentrado.
- Acido tricloroacético en cristales.
- Eter de petróleo.
- Agua desionizada.
- Soluciones acuosas de AF 0.5% e inositol 1%.

- Elusión de acetato de sodio 0.005M.
- Alcohol etílico.

### **EQUIPO.**

- Agitador de tamices. Tyler Inc., modelo RX-24
- Balanza analítica digital. Ohaus 110.
- Balanza analítica. Sauter, modelo 404.
- Balanza granataria. Ohaus, modelo 700, de plato.
- Balanza granataria. Ohaus, modelo 700, de jaula.
- Equipo de recuperación de solventes (columna fraccionada).
- Estufa de tiro forzado. J. M. Ortiz.
- Estufa de vacío. Thelco, modelo 19.
- Extractor de grasas de acero inoxidable acondicionado con sistema de agitación neumática, inyección de vapor ó circulación de agua a través de chaqueta exterior y condensador de vapores, con capacidad de 10 litros construido en el CINVESTAV-IPN, México.
- Incubadora bacteriológica. J. M. Ortiz, serie 31576 E7011.
- Jaula criadora de 5 niveles.
- Maquina mezcladora para productos secos. Ortiz Conrado. Hecho en México.
- Material de vidrio. Pyrex, Kinmax, Hoecht.
- Molino de carnes (peletizador). TOR-REY. Hecho en México.
- Molino de martillos. Siemens.
- Mufia. CAISA, modelo 430 DC.
- Mufia digital. Lindberg. Hecho en México.
- Placa de agitación mecánica.
- Placa de calentamiento. Termoline, modelo 1000.
- Sistema de aire a presión y vapor de agua
- Sistema de extracción de soxhlet. Lab-line, modelo 5002.

- Sistema de vacío
- Tamices No. 18, 40, 60, tapa y charola. U.S. Standard Testing Sieve.
- Unidad de digestión microkjeldahl.
- Unidad de destilación microkjeldahl. Tecator, modelo 1002.

#### **PAQUETES DE COMPUTACION**

- Word Perfect ver. 6.0
- Harvard Graphics for Windows ver. 1.0
- Harvard Graphics for Windows ver. 2.0
- Quatro Pro ver. 4.0
- SAS programa de estadística ver. 6.03

Para este trabajo se empleó la dieta utilizada por Avila, (1990), cambiando al sorgo por harina de maíz, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales que indica la NRC.

**TABLA No. 4**  
**DIETA DE REFERENCIA.**

INGREDIENTES	CONTENIDO %	PROTEINA %	ENERGIA METABOLIZA- BLE kcal/Kg.
MAIZ	56.20	4.50	1967
PASTA DE SOYA.	38.08	16.11	913.9
ORTOFOSFATO.	1.86	----	----
CARBONATO DE CALCIO.	1.33	----	----
CLORURO DE SODIO.	0.44	----	----
METIONINA a.	0.24	----	----
LISINA.	0.11	----	----
VITAMINAS b.	0.20	----	----
MINERALES b.	0.03	----	----
ACEITE.	1.55	----	138.7
TOTAL.	100.00	20.61	3,019.6

FUENTE (AVILA 1990; INN, 1977).

## METODOLOGIA

### EXTRACCION DE ACEITE DE LA PA:

Los parámetros para la extracción de la grasa de la PA como: temperatura, tiempo y relación muestra/disolvente, se fijaron de acuerdo a Ruiz, 1992. El desengrasado se realizó ocupando el sistema de tanque agitado por extracción con etanol a una relación 1:4 (p/v). El calentamiento se aplicó con vapor indirecto hasta una temperatura de 64-68°C, sostenida durante 30 minutos, con agitación constante a revoluciones equivalentes a una presión de aire de 6Kg/cm<sup>2</sup>; posteriormente se enfrió con agua, propiciando con esto la sedimentación por gravedad de las partículas sólidas de la PA; la mezcla aceite-disolvente-sólidos se pasó a través de un sistema de filtración con vacío en embudo de Buchner para separar los sólidos restantes; posteriormente se realizó una segunda extracción realizando la misma operación. Se desolventizó a temperatura ambiente, posteriormente en una estufa con circulación de aire a 75°C durante 8 horas.

### FERMENTACION.

Durante esta operación se produce bióxido de carbono como resultado de la acción de las levaduras sobre los azúcares de la masa. El bióxido de carbono liberado se convierte en burbujas que convierten la masa en una espuma. A medida que la fermentación procede, la levadura emplea los nutrientes de la vecindad inmediata. El amasado renueva el aporte, a la vez que uniformiza la multiplicación de las células y el calor producido durante la fermentación (Bedolla 1990).

La adición de levadura de panificación es un tratamiento enzimático de fermentación (Dinesh, 1989). En el cual los fitatos se convierten en fitato de mioinositol y ácido fosfórico (Davidek, 1990). La reactividad de los fitatos con menor número de grupos fosfatos es menor y por tanto la cantidad de minerales quelados es menor.

La fermentación se realizó por el método de panificación de masa directa (Método 10-10 A.A.C.C. 1962).

#### FORMULA PARA PAN.

Harina	10 g (b. h.).
Levadura compresa(solución)	10 ml (100 g de levadura en 466 ml de agua).
Sal azúcar	10 ml (sal 1.5%, azúcar 5%) (420 g sal + 800 g de azúcar + 1024 ml de agua).
Grasa vegetal	3 g.
Leche en polvo	4 g.
Agua y tiempo de amasado	según la muestra.
Tiempo de fermentación	125 min/30°C y 72% de humedad
Manejo de masas	amasado, a los 80 min, primer fresado y 45 min de la segunda fermentación.

#### PROCEDIMIENTO.

- Pesar los ingredientes secos (harina, leche y manteca).
- Preparar soluciones (levadura, sal y azúcar).
- Mezclar los ingredientes sólidos y líquidos hasta tener una consistencia suave (que la masa haga hebra y al estirla sea elástica y flexible).
- Se pasa la masa a un molde de fermentación y se deja reposar en el gabinete de fermentación durante 1 hr 20 min.
- Se hace el primer fresado (10 movimientos suaves con las palmas de las manos y empujando hacia adentro la masa con la yema de los dedos). Se deja reposar 45 min en el fermentador.
- Se pone en una estufa a 150°C 3 hr y se va bajando la temperatura gradualmente para que no se queme la masa hasta que esta queda seca.



## **CAMBIO DE SOLUBILIDAD DE LA MOLECULA DEL AF.**

Este se realiza por la acción del calor y la humedad con la adición de un alcali, el CaO, como el AF es pH-dependiente, en condiciones alcalinas se insolubiliza como fitato de sodio (Maga, 1982; Ruiz, 1992).

## **DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL.**

### **FUNDAMENTO:**

El nitrógeno de las muestras se digiere con ácido sulfúrico y un catalizador en Parrilla de calentamiento, para favorecer la reacción convirtiendo todo el nitrógeno orgánico a inorgánico. El amonio se libera al agregar un álcali y destilar la muestra por arrastre de vapor en ácido bórico; con el cual forma iones amonio y borato. La titulación se efectúa con HCl 0.1N, que en forma indirecta proporciona el contenido de nitrógeno.

### **EQUIPO:**

Unidad de digestión microkjeldahl.

Unidad de destilación microkjeldahl.

### **REACTIVOS:**

Acido Sulfúrico concentrado.

Catalizador óxido de mercurio-sulfato de potasio ( $HgO-K_2SO_4$ ).- Pesar 50 g de sulfato de potasio, adicionar dos gramos de óxido de mercurio y mezclar en un molino de bolas hasta obtener un polvo completamente homogéneo.

Solución de hidróxido de sodio-tiosulfato de sodio ( $NaOH$  60%- $Na_2SO_3$  5 %).- Disolver completamente 600 g de hidróxido de sodio en 600 ml de agua destilada, en seguida disolver 50 g de tiosulfato de sodio y aforar a 1000 ml.

Acido bórico ( $H_3BO_3$ , 5%)(p/v).- Pesar 50 g de ácido bórico, disolverlos en agua destilada y aforar a 1000 ml.

Acido clorhídrico (HCl 0.01N).- 1 ml de ácido clorhídrico de 37.5% de pureza, diluir con agua destilada y aforar a 1000 ml. Se normaliza con borato de sodio utilizando rojo de metilo

como indicador.

Rojo de metilo 0.2%(p/v).- Disolver 200 mg. de rojo de metilo en etanol absoluto y aforar a 100 ml.

Azul de metileno 0.2%(p/v).- Pesar 100 mg. de azul de metileno y diluir en 50 ml. de etanol absoluto.

Solución indicadora (rojo de metilo-azul de metileno). Mezclar 100 ml. de solución alcohólica de rojo de metilo 0.2% con 50 ml. de azul de metileno 0.2%.

### **METODOLOGIA:**

Pesar de 15-40 mg de muestra en un matraz microkjeldahl, adicionando 2.0 g de muestra catalizadora y 2.5 ml de ácido sulfúrico. Se pone a digerir la muestra en el equipo de digestión con extractor de vapores, hasta que clarifique manteniendo el calentamiento de 1.5-2.0 horas y dejar enfriar.

La muestra así obtenida, ya fría, se disuelve en poca cantidad de agua destilada y se transfiere al tubo del destilador lavando el matraz de 2-3 veces con agua destilada.

En un matraz Erlenmeyer se colocan 5 ml de la solución de ácido bórico al 5% con dos gotas de indicador en la terminal del condensador, cuidando que ésta quede dentro de la solución. El tubo con muestra se coloca en el destilador y se adicionan 10 ml de solución de hidróxido de sodio-tiosulfato de sodio. Se inicia la destilación por arrastre de vapor, colectando aproximadamente de 75-100 ml de destilado. Esta solución se titula con ácido clorhídrico 0.01N hasta que vire el color del indicador de verde a violeta.

Para cada determinación se utiliza un blanco de reactivos siguiendo el mismo procedimiento.

### **CALCULOS:**

$$\%N = \frac{(V_2 - V_1) (eqn) N}{M} \times 100$$

DONDE:

%N= Porcentaje de nitrógeno total.

**V1= Volumen de HCl gastado en titular el blanco (ml).**

**V2= Volumen de HCl gastado en titular la muestra (ml).**

**eqn= 14.007**

**N= Normalidad del HCl (0.01N)**

**M= Peso de la muestra (mg).**

Para conocer el valor de proteína cruda a partir del contenido de nitrógeno se utiliza un factor, que varía según el origen de la proteína, por ejemplo:

**F= 6.25 (proteína animal).**

**F= 6.38 (proteína de leche o derivados).**

**F= 5.70 (algunos vegetales).**

**%P.C.= %N x F**

**DONDE:**

**%P.C.= Porcentaje de proteína cruda.**

**%N = Porcentaje de nitrógeno total.**

**F = Factor de conversión.**

**A.O.A.C. 42.014. 1970.**

## **DETERMINACION DE CENIZAS.**

### **FUNDAMENTO:**

El material mineral se cuantifica mediante la incineración de la muestra hasta la obtención de un residuo inorgánico correspondiente a la fracción de cenizas.

### **EQUIPO:**

Mufla.

### **METODOLOGIA:**

En un crisol a peso constante (A) se pesan 2 g de muestra fresca o deshidratada, se precalientan a fuego directo, posteriormente se colocan en mufla a una temperatura de 550-600°C por espacio de 3-4 horas, dejar que baje la temperatura a 100°C, transferir a un desecador y esperar a que se enfrie completamente para pesar (B).

### **CALCULOS:**

B - A

$\%C = \frac{\text{-----}}{M} \times 100$

M

### **DONDE:**

%C= Porcentaje de cenizas.

A= Peso del crisol vacío.

B= Peso del crisol con cenizas.

M= Peso de la muestra.

A.O.A.C. 14.006. 1984.

## **DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo.**

### **FUNDAMENTO:**

La extracción de sustancias grasas de una muestra, se lleva a cabo por calentamiento continuo a reflujo con disolventes de baja polaridad como el éter de petróleo.

### **EQUIPO:**

Sistema de extracción de Soxhlet.

### **REACTIVOS:**

Eter de petróleo.

### **METODOLOGIA:**

Pesar 2-3 g de muestra deshidratada en un papel filtro de poro mediano, se dobla perfectamente para formar un cartucho y se coloca en el aparato de extracción, utilizando un matraz de fondo plano (con perlas de ebullición) que se ha puesto previamente a peso constante.

Se extrae con éter de petróleo a reflujo durante 6-8 horas (en algunos casos se requiere de mayor tiempo), a una velocidad de condensación de dos a tres gotas por segundo; al término de la extracción se puede recuperar el solvente dentro del mismo equipo, al cual se le ha retirado el cartucho. El matraz se lleva a peso constante a una temperatura de 80-90°C. Se enfría en un desecador y se pesa.

Esta determinación también puede llevarse a cabo colocando a peso constante el cartucho con muestra antes y después de la extracción para la cuantificación de extracto etéreo.

Nota: Debe cuidarse que la muestra se encuentre seca, para evitar la formación de un azeótropo éter-agua que disuelve compuestos polares principalmente carbohidratos solubles que alteran la determinación de extracto etéreo.

**CALCULOS:**

$$B - A$$

$$\%EE = \frac{\quad}{M} \times 100$$

M

**DONDE:**

**%EE=** Porcentaje de extracto etéreo.

**A=** Matraz a peso constante (g).

**B=** Matraz con extracto etéreo (g).

**M=** Peso de la muestra (g).

A.O.A.C. 7.062. 1984.

## **DETERMINACION DE HUMEDAD.**

### **FUNDAMENTO:**

La humedad se considera como la pérdida de masa que sufre un material cuando se calienta a temperatura cercana al punto de ebullición del agua, durante un tiempo seleccionado o bien hasta que dos pesadas sucesivas no difieran más de 3 mg

### **EQUIPO:**

Estufa de vacío.

### **METODOLOGIA:**

En una charola metálica (a peso constante) se pesan 2 g de muestra, se colocan en una estufa de vacío a una temperatura de 98-100°C durante 5 horas, posteriormente se enfría en un desecador y se pesa.

### **CALCULOS:**

PI - PF

$\%H = \frac{\text{PI} - \text{PF}}{\text{PI} - \text{PC}} \times 100$

PI - PC

### **DONDE:**

**%H**= Porcentaje de humedad.

**PI**= Peso de la charola con muestra fresca (g).

**PF**= Peso de la charola con muestra seca (g).

**PC**= Peso de la charola sin muestra (g).

A.O.A.C. 14.003. 1984.

## CONTENIDO DE ACIDO FITICO.

Este análisis se realiza por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), método de Tangenjaja et al, 1980.

### MATERIAL:

Soluciones acuosas de ácido fítico (0.5%, 10 microlitros) e inositol (1%, 5 microlitros) se inyecta una columna Bondapak C18 y su concentración se estima por su separación en la columna desarrollada con la elusión de acetato de sodio (0.005 M) usado como disolvente a un velocidad de flujo de 0.05 ml/min; la detección se realiza por cromatografía de líquidos de alta presión.

### PREPARACION DE LA MUESTRA:

El AF de las muestras se extrae con agitación magnética en 1 g de material con 25 ml de ácido tricloroacético al 3% durante 30 min. y la suspensión se filtra a través de una membrana milipore de 0.22 milimicras y una alícuota de 25 microlitros se inyecta dentro de la columna Bondapak C18; la elusión del disolvente se realiza a una velocidad de flujo de 0.2 ml/min. con acetato de sodio a la misma concentración de los estándares. En la preparación de las muestras y en todas las soluciones se ocupa agua desionizada, las que se filtraran a través de membrana milipore 0.45 milimicras y desgasifican por 15 min. en un baño ultrasónico.

La concentración de AF se calculó relacionando el área del estándar entre el área desarrollada por la muestra, como se indica a continuación:

$$\text{AF}(\%) = \frac{\text{Area de la muestra} \times \text{conc. est.} \times \text{g muestra} \times 100}{\text{Area del estándar.}}$$

(Tangenjaja, 1980).



## **AJUSTE DE LAS DIETAS**

Este se realizó por medio del método de ecuaciones simultáneas para balancear el contenido de proteína, que para pollos de engorda debe ser del 21%, después de adicionar todos los elementos que necesita la dieta (vitaminas, minerales, grasas, etc.), se cuantifica empleando el contenido de proteína que aporta cada uno de los elementos de la dieta; el balanceo del contenido de grasa se realizó de la misma forma, las dietas deben tener el mismo contenido de proteína y grasas, y de esta forma se puede decir que las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas, y que el incremento de grasa o proteína no influya en el desarrollo de los animales.

## **PARAMETROS PARA LA EVALUACION BIOLOGICA DE LAS DIETAS**

Para esta evaluación a las tres pruebas experimentales se les midieron los siguientes parámetros de crecimiento: El peso total por lote, peso promedio, que se obtiene de pesar el total de los animales por lote y dividirlos entre el número de animales presentes en el mismo y la ganancia de peso diaria por animal. El consumo de alimento por lote y la conversión alimenticia, sólo se tomaron en cuenta para la tercera prueba experimental, por tratarse de una evaluación confirmativa. También se tomaron en cuenta los siguientes parámetros de desarrollo en hueso: peso del hueso, se tomó en cuenta el peso del fémur en base seca; cuantificación de cenizas en hueso, para observar la mineralización del hueso, y se comparó con la cantidad de cenizas presentes en la dieta, para observar la relación que existe entre la cantidad de minerales en la dieta y la absorción de los mismos en el hueso; diámetro central del fémur, tamaño de la articulación coxofemoral; longitud del hueso, se midió en las dietas 2 y 3 también como parámetro de desarrollo óseo.

Todos los parámetros se midieron con la finalidad de comprobar el efecto de la adición de la PA sobre las constantes de crecimiento y de desarrollo óseo en los animales de experimentación. La edad inicial de los animales para la primera prueba experimental fue alrededor de una semana, la segunda de tres días, y en la tercera un día de edad, el tiempo de experimentación para todos los lotes fue de cuatro semanas, y el número de animales por lote fue de para el primer experimento de 8, para el segundo de 14 y para el tercero de 12.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

## CARACTERIZACION DE LA PULIDURA DE ARROZ (PA).

Para el análisis granulométrico de la materia prima, se tamizó la PA a través de las mallas de 18, 40 y 60 hilos por pulgada, los resultados se expresaron en porcentaje de retenidos y se obtuvieron en base a tres repeticiones de 200g c/u tamizados para la PA y PAD. Los rendimientos de las fracciones 18, 40, 60 y charola obtenidos con la PA (11%, 27%, 22% y 39% respectivamente) fueron diferentes a los obtenidos con la PAD y que son: 12%, 26%, 16% y 46%; estas diferencias, aproximadamente de un 10%, se deben a que en las fracciones de mallas 18 y 40 se encuentra una alta proporción de grano quebrado el cual posee poca grasa y por lo tanto mínima aglomeración de partículas finas a las gruesas. Las diferencias más notorias se observaron con la malla 60, en donde hay una reducción de aproximadamente el 25%, esta proporción es casi la misma que se incrementa con el material separado en la charola. La posible controversia numérica que se ve reflejada en estas mallas para la PA, con respecto a PAD, confirma la teoría de que la grasa presente forman aglomerados que al desengrasarla el material se eliminan.

TABLA No. 5  
RENDIMIENTOS DE LA PA Y PAD

RETENIDOS (%)	PA		PAD	
	$\bar{x}$	STD	$\bar{x}$	STD
18	10.815	$\pm 0.02$	11.650	$\pm 0.60$
40	26.995	$\pm 0.02$	25.650	$\pm 1.35$
60	22.120	$\pm 0.04$	16.310	$\pm 0.59$
Charola	39.575	$\pm 0.11$	46.390	$\pm 0.97$

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO.

## ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

El análisis químico efectuado a la PA y sus fracciones , tabla No. 6 muestra que este material posee aproximadamente el 12% de E.E., 10% de proteína, 7% de cenizas, 5% de fibra y 66% de carbohidratos y que al compararlo con las fracciones respectivas es claro que existen tendencias a incrementar el contenido de cada uno de ellos y que estos pueden llegar a valores superiores al 40% para E.E., al 20% para proteína y de un 50% o más para cenizas entre la malla 18 y la charola. La reducción en el contenido de carbohidraos son consecuencia del incremento en los otros nutrientes, esta no llegó a ser superior al 20%. Los valores más altos para E.E, proteína, cenizas y fibra, observados en el materia retenido en malla 60, pueden ser reflejo de la presencia del germen de arroz, ya que en el se encuentra la mayor proporción de los nutrientes en el grano entero.

TABLA No. 6  
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL  
DE PULIDURA DE ARROZ  
(% BASE SECA)

COMPONENTE	PA x STD	18 x STD	40 x STD	60 x STD	Charola x STD
E.E.	11.50 ± 0.13	2.68 ± 0.05	12.35 ± 0.04	17.09 ± 0.08	14.84 ± 0.08
PROTEINA	9.94 ± 0.05	6.88 ± 0.04	9.49 ± 0.08	12.05 ± 0.02	11.59 ± 0.04
CENIZAS	7.21 ± 0.02	1.34 ± 0.01	4.55 ± 0.01	9.00 ± 0.03	8.32 ± 0.03
FIBRA	5.02 ± 0.21	0.07 ± 0.00	4.14 ± 0.09	8.02 ± 0.19	4.66 ± 0.16
ELN	66.33	89.03	69.74	53.84	61.59

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO.

El desengrasado de la PA proporciona alrededor del 88.0% de efectividad, con esto se elimina la mayor cantidad de los componentes que provocan el enranciamiento de esta por la inestabilidad química de sus grasas (ácidos grasos libres).

En esta tabla No. 7 se observa un incremento en el contenido de proteína, cenizas y fibra, que como máximo alcanzan valores del 30% 60% y 100% respectivamente y sólo existe disparidad en la concentración de estos componentes en la malla 60 en donde se encuentran todos estos nutrientes en las más altas concentraciones, lo que confirma la suposición de la presencia del germen en esta. Existe una correlación negativa entre el contenido de grasa y el tamaño de partícula para el material desengrasado entre las mallas 40, 60 y charola, cuando el material se sometió al desengrasado, las partículas más gruesas por contener grano quebrado no sufren el mismo desengrasado que las fracciones más finas que contienen mayor cantidad de fibra. Por lo que se puede decir que el desengrasado aumenta proporcionalmente cada uno de los otros componentes.

TABLA No. 7  
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL  
DE PULIDURA DE ARROZ DESENGRASADA  
(% BASE SECA)

COMPONENTE	PAD x STD	18 x STD	40 x STD	60 x STD	Charola x STD
E.E.	1.38 ± 0.04	1.48 ± 0.02	1.73 ± 0.06	1.07 ± 0.01	0.76 ± 0.0
PROTEÍNA	13.68 ± 0.02	8.13 ± 1.01	12.17 ± 0.11	18.42 ± 0.09	16.55 ± 0.04
CENIZAS	6.67 ± 0.01	1.28 ± 0.01	3.65 ± 0.03	10.63 ± 0.09	9.87 ± 0.03
FIBRA	6.04 ± 0.38	0.90 ± 0.11	5.21 ± 0.13	12.32 ± 0.10	7.68 ± 0.06
ELN	72.23	88.21	77.24	57.56	65.14

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPPLICADO.

Por comodidad se dividió a las puliduras en dos fracciones gruesos y finos; se denominó fracción de gruesos para PA y PAD a las que quedan retenidas en las mallas 18 y 40; y finos a la que es retenida en la malla 60 y charola, denominándose PAG y PADG a la fracción gruesa y, PAF y PADF a la fina. Se obtuvieron resultados similares en cuanto a rendimientos en las

dos fracciones, para la PAG 37.81%, similar a la PADG 37.3%; y para la PAF 61.70%, comparado con la PADF 62.70%.

El análisis químico proximal realizado a las materias primas que se emplearon para elaborar las dietas: PADF, PADG, pasta de soya y harina de maíz, se muestra en la tabla No. 8. En la que destaca; que el nivel de proteína es mayor para la pasta de soya (45.33%), la que sirvió además para ajustar las dietas al nivel de (21.0%), todos son a excepción de la harina de maíz (HM), materiales desengrasados, por lo que su contenido en este componente es muy bajo, la grasa que requiere la dieta para su elaboración se ajustó con aceite comercial (5%), la PADG es la que contiene el valor más bajo de proteína, cenizas y fibra (8.13, 1.28, 0.90 %, respectivamente), pero posee un valor aproximado de 83.0% de ELN por lo que se puede decir que es comparable al maíz.

TABLA No. 8  
ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL  
DE MATERIAS PRIMAS  
(% BASE SECA)

COMPONENTE	PADF x STD	PADG x STD	PS x STD	HM x STD
E.E.	1.77 ± 0.05	1.61 ± 0.04	1.94 ± 0.015	5.16 ± 0.01
PROTEÍNA	17.08 ± 0.22	10.15 ± 0.56	45.33 ± 1.15	9.53 ± 0.24
CENIZAS	10.95 ± 0.045	2.47 ± 0.02	8.06 ± 0.04	1.55 ± 0.035
FIBRA	10.0 ± 0.08	3.06 ± 0.12	8.40 ± 0.04	2.36 ± 0.05
ELN	60.20	82.71	36.27	81.40

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO.

## **DETERMINACION DE AF.**

La cuantificación del AF en materias primas, fig. 10a, mostró que la pasta de soya posee el valor más alto de este compuesto (1.81%), correspondiendo el contenido más bajo a la PADG con (0.46%), las diferencias existentes entre la PAI, PAF y PADF (entre 10 y 15 %) se deben a que la PAF fue tamizada y al separarse una proporción considerable de gruesos el componente se concentró y al desengrasarlo aumenta la proporción del mismo (PADF). El contenido de este ácido en el maíz fue de 0.6%. La cantidad de AF para las materias primas se puede observar en la siguiente tabla.

**TABLA No. 9**  
**VALORES DE ACIDO FITICO PARA LAS MATERIAS PRIMAS (%)**

	<b>PADG</b>	<b>HM</b>	<b>PAI</b>	<b>PAF</b>	<b>PADF</b>	<b>SOYA</b>
<b>% DE AF</b>	0.46	0.60	0.62	0.66	0.69	1.81

## **EVALUACION BIOLOGICA No. 1**

### **ELABORACION DE LAS DIETAS Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.**

Las dietas para esta evaluación, se realizaron en base a la formulación de Avila (1990), utilizando maíz en lugar de sorgo, PA, PADF y PADG, y PADF (fermentada y tratada con CaO), todas ellas al 10% de sustitución de h. de maíz, comparándolas con una dieta comercial, los resultados del análisis químico proximal se presentan en la tabla No. 10. Las dietas se realizaron como sigue: el testigo contiene maíz en 56.20% y soya 38.08%; para las que contienen PA en sus diferentes fracciones, las proporciones fueron harina de maíz 46.20%, pasta de soya 38.08% y PAI, PADF, PADG 10%.

**TABLA No. 10**  
**ANALISIS QUIMICO PROXIMAL**  
**DE DIETAS EXP. 1**  
**(% BASE SECA)**

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6
<b>E.E.</b> $\bar{x}$	5.19	4.90	4.67	4.31	4.39	5.00
<b>STD</b>	± 0.07	± 0.18	± 0.06	± 0.04	± 0.08	± 0.11
<b>PROTEINA</b> $\bar{x}$	22.46	22.10	24.20	23.07	22.99	15.70
<b>STD</b>	± 0.04	± 0.09	± 0.16	± 0.08	± 0.08	± 0.18
<b>CENIZAS</b> $\bar{x}$	7.00	7.16	8.63	8.19	7.37	13.90
<b>STD</b>	± 0.16	± 0.11	± 0.03	± 0.09	± 0.01	± 0.10
<b>FIBRA</b> $\bar{x}$	4.30	4.88	5.56	5.24	4.73	6.52
<b>STD</b>	± 0.04	± 0.01	± 0.30	± 0.31	± 0.02	± 0.18
<b>ELN</b>	61.05	60.96	56.54	59.19	60.52	58.88

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO.

Considerando los promedios de E.E. (4.69%), proteína (22.96)%, cenizas (7.67), fibra (4.94%) y ELN (59.73%), para las dietas 1 a la 5, se estima que el balanceo fue adecuado y puede decirse por la diferencia entre ellas que estas son isoproteicas e isocalóricas. La dieta No. 6, utilizada como testigo externo es más baja en proteína, y más alta en fibra y cenizas, existiendo para estas últimas una diferencia de un 100%. Estos valores con respecto, a la bibliografía citada para la formulación de alimentos de aves en periodo de engorda, son adecuados, a excepción del alimento comercial por tratarse de un alimento para aves de postura, el cual se eligió así por su alto contenido en minerales, lo que en teoría debió tener mejores resultados para el desarrollo del hueso, no siendo así, pues aunque los contiene en mayor cantidad, estos no son de gran calidad nutricional.



## CONTENIDO DE AF

El lote con menor contenido de AF fue el de gruesos de PAD, seguido de la dieta con tratamiento por fermentación, CaO, MSPAD 10%, dieta comercial, y MS. Los resultados se expresan en la tabla No. 11.

TABLA No. 11  
VALORES DE ACIDO FITICO PARA LA PRIMERA EVALUACION BIOLOGICA (%)

DIETA	I	II	III	IV	V	VI
% DE AF	1.76	1.43	1.34	1.25	1.14	1.62

## EVALUACION BIOLOGICA

En este experimento se probaron las seis dietas que a saber fueron: maíz-soya. maíz-soya-PAD, maíz-soya-PADF fermentada, maíz-soya-PADF+CaO, maíz-soya-PADG, dieta comercial. Los resultados del peso por lote obtenidos se muestran en la tabla No. 12 y fig. 1. En la que se observó un mayor desarrollo en los animales alimentados con la dieta MSPADF fermentada, seguido de la dieta testigo MS, MSP, tratamiento con CaO, MSPADG y por último la comercial. En la figura es claro que a partir de la segunda semana la dieta con el material fermentado desarrolló más peso que los otros lotes, seguida de la dieta tratada con CaO, comportamiento que se conservó en la tercera y cuarta semana. Con la dieta control, se observó un comportamiento muy diferente al esperado, se creyó que como todas las dietas recibieron tratamiento térmico y esta no, este fuera la causa de su bajo desarrollo, por lo que se pensó que sería adecuado dar tratamiento térmico a esta dieta en un segundo experimento y compararla con una dieta que no lo contenga.

**TABLA No. 12**  
**PESO POR LOTE (gr)**

<b>LOTE</b>	<b>4ª SEMANA</b>
<b>I</b>	3400
<b>II</b>	3300
<b>III</b>	4300
<b>IV</b>	3200
<b>V</b>	3200
<b>VI</b>	3140

El peso promedio, tabla No. 13 y fig. 2, reflejó que el lote que mayor peso promedio alcanzó fue el de MSPADG, seguido del tratamiento con CaO, tratamiento por fermentación, MSPADF, dieta comercial y finalizando con la dieta testigo MS. En la figura se observó como en general el peso es similar para todos los lotes, observándose mejores ganancias para el lote alimentado con MSPAG, esto se debe a que esta dieta contiene mayor porcentaje de carbohidratos por su mayor proporción de grano quebrado; a esta le siguieron los tratamientos por fermentación y con CaO, los valores de todas las dietas resultaron por encima de la dieta testigo MS que observó al principio mejor ganancia que casi todos los lotes, sufriendo una baja considerable a partir de la segunda semana.

**TABLA No. 13**  
**PESO PROMEDIO (g)**

<b>LOTE</b>	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>
<b>I</b>	126.88	483.71
<b>II</b>	110	550
<b>III</b>	109.38	614.29
<b>IV</b>	128.75	620
<b>V</b>	125	640
<b>VI</b>	96.94	538

En la ganancia de peso diaria, tabla No. 14 y fig. 3, se observa que: la dieta con mayor velocidad de crecimiento fue la MSPADG, seguida de la fermentada, tratada con CaO, comercial, MSPADF, y por último MS. En la figura se observó que el lote testigo MS, observó un descenso desde la primera semana hasta la última, el lote alimentado con la MSPADG disminuye su ganancia de peso diario hasta la tercera semana, después de la cual aumenta.

**TABLA No. 13**  
**GANANCIA DE PESO DIARIA (gr/día)**

<b>LOTE</b>	<b>4ª SEMANA</b>
<b>I</b>	12.82
<b>II</b>	15.71
<b>III</b>	18.03
<b>IV</b>	17.54
<b>V</b>	18.39
<b>VI</b>	15.78

## ANALISIS ESTADISTICO

Este se efectuó al peso por lote, y mostró que entre tratamientos no existen diferencias estadísticas, que estas se relacionan con la MSPAG, que por debajo de estas se encuentra la MSPAD, que la dieta comercial se relaciona con la testigo MS siendo estas de menor calidad biológica para los animales, todo esto utilizando un nivel de significancia de 0.05.

## VARIABLES DE DESARROLLO OSEO

Peso del hueso, en la tabla No. 14, se observó que: entre tratamientos no hay una diferencia considerable, obteniéndose mejores resultados para la dieta MSPADG 10%; por debajo de los tratamientos la dieta MSPADF 10%, testigo MS, y por último la dieta comercial. No se encontró diferencia considerable entre tratamientos, y se observó que entre la dieta que contiene pulidura y los tratamientos existió aproximadamente un 10% más en peso para los tratamientos y casi 17% más para los gruesos desengrasados, estas diferencias van relacionadas al contenido de AF presente en las dietas, las que lo contienen en menor proporción alcanzaron los mayores pesos del hueso.

TABLA No. 14  
PESO DEL HUESO (gr)

DIETA	I	II	III	IV	V	VI
PESO	1.448	1.685	1.865	1.888	2.027	1.357

Comparando la cantidad de cenizas en la dieta y las presentes en el hueso, Tabla No. 15, se observó una relación directamente proporcional entre estas, todas las dietas observaron un patron similar de acuerdo a esta relación, excepto la dieta comercial que a pesar de contener aproximadamente un 100% más de cenizas que las otras dietas, no se observó mayor cantidad de minerales en el hueso, esto se debe principalmente a la calidad de los minerales utilizados para la formulación de las dietas, para la dieta testigo MS, no se utilizó tratamiento térmico, por lo cual el contenido de AF es mayor y su molécula es más reactiva, las diferencias entre tratamientos se deben a que al utilizar CaO se provoca un bloqueo de la molécula del AF, con

lo que se reduce la reactividad del compuesto, teniendo por lo tanto una mayor cantidad de calcio disponible.

**TABLA No. 15**  
**COMPARACION DE LA CANTIDAD DE CENIZAS**  
**EN LA DIETA Y EN EL HUESO (%)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI
DIETA	7.00	7.16	8.63	8.19	7.37	13.90
HUESO	35.15	37.45	36.46	37.39	34.83	35.81

En la tabla No. 16, se observó la relación que existe entre el diámetro central y la articulación coxofemoral, encontrándose también una relación directamente proporcional entre ambos parámetros; se observó que entre tratamientos y gruesos los valores son mayores, seguidos de la MSPAD, y por último la dieta testigo y el alimento comercial. También en estos parámetros se observó que la cantidad de AF jugó un papel importante en el desarrollo del hueso, es decir que a mayor contenido de AF existe menor desarrollo.

**TABLA No. 16**  
**RELACION ENTRE EL DIAMETRO CENTRAL**  
**Y LA ARTICULACION COXOFEMORAL (mm)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI
DIAMETRO	5.58	5.93	6.22	6.3	6.47	5.73
ART C/F	12.07	13.2	13.13	13.15	13.7	11.77

La primera evaluación biológica se realizó con la finalidad de observar el comportamiento de las dietas, y observar cual de los dos tratamientos elegidos para la reducción del AF proporciona mejores resultados, siendo ligeramente más favorable la fermentación sobre el CaO;

por lo que, pensando que en alimentación animal el aplicar tecnología incrementa el valor agregado del producto final, se decidió seleccionar el tratamiento con CaO, puesto que representa un menor tiempo de tratamiento y menor costo del CaO en comparación con la levadura de panificación.

Se observó una correlación negativa entre el contenido de AF y los parámetros de crecimiento del hueso que se tomaron en cuenta, es decir que a mayor concentración de AF en la dieta, menor desarrollo del hueso.

Todos los resultados son mayores que los observados para la dieta testigo, a excepción del testigo externo, investigaciones realizadas por Arteaga y Cuca en 1974, comprobaron que la utilización de un 10% de PA provoca alteraciones en la mineralización del hueso, con la aplicación del tratamiento a la PA estas alteraciones se reducen, y es posible utilizarla en mayor cantidad, cabe mencionar que si no se utiliza PA fresca las grasas de esta se enrancian rápidamente, lo que ocasiona también oxidación de las vitaminas liposolubles y la vit. D juega un papel importante en el metabolismo del calcio.

De estos parámetros de desarrollo del hueso se puede decir que: entre tratamientos no existe una diferencia importante, que por encima de estos se encontró con mejores resultados la dieta que representa a la fracción gruesa de la PAD, y por debajo de los tratamientos se encontró la dieta MSPADF 10% y la dieta testigo, cabe mencionar que esta última contiene la menor cantidad de AF, pero por no recibir tratamiento, este es completamente activo, lo que se ve reflejado en la absorción de calcio a nivel intestinal y como consecuencia un menor aporte de calcio al hueso por deficiencia de este en la sangre; la dieta comercial obtuvo los menores resultados, a pesar de contener la mayor cantidad de minerales, esto puede ser debido a la calidad y/o pureza de los mismos en la dieta.

## EVALUACION BIOLOGICA No. 2

### ELABORACION DE LAS DIETAS Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Para esta segunda prueba se utilizaron 8 dietas cuya formulación es la siguiente: dieta testigo con y sin tratamiento térmico (maíz 56.20% y soya 38.08%), las dietas que utilizaron al 10% PADG, PAI y PADF con y sin tratamiento con CaO (maíz 46.20%, soya 38.08%) y PADF al 15 y 20% (maíz 42.20% y soya 37.08% así como maíz 38.20% y soya 36.08%, respectivamente y tatados con CaO).

El análisis químico proximal realizado a las dietas mostró una proporción promedio de: E.E. (8.76%), proteína (20.74%), cenizas (7.54%), fibra (5.56%), y ELN (57.39%), de acuerdo a la desviación estándar para cada una de ellas se puede decir que el cálculo fue adecuado y que se contó con dietas isoproteicas e isocalóricas, comparando con los resultados obtenidos por otros autores se puede decir que son similares entre si.

TABLA No. 17  
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE DIETAS EXP. 2  
(% BASE SECA)

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
E.E. $\bar{x}$	8.88	8.33	9.23	7.93	9.26	9.43	8.60	8.45
STD	$\pm 0.29$	$\pm 0.20$	$\pm 0.15$	$\pm 0.13$	$\pm 0.25$	$\pm 0.02$	$\pm 0.05$	$\pm 0.09$
PROTEINA $\bar{x}$	21.37	19.88	21.20	21.59	20.80	19.89	21.06	20.15
STD	$\pm 0.15$	$\pm 0.18$	$\pm 0.23$	$\pm 0.07$	$\pm 0.01$	$\pm 0.02$	$\pm 0.15$	$\pm 0.25$
CENIZAS $\bar{x}$	6.99	6.51	7.23	7.46	7.34	7.61	8.89	8.47
STD	$\pm 0.02$	$\pm 0.02$	$\pm 0.02$	$\pm 0.04$	$\pm 0.14$	$\pm 0.03$	$\pm 0.33$	$\pm 0.13$
FIBRA $\bar{x}$	5.70	6.00	6.21	5.01	5.00	5.41	5.51	5.67
STD	$\pm 0.10$	$\pm 0.05$	$\pm 0.02$	$\pm 0.02$	$\pm 0.04$	$\pm 0.01$	$\pm 0.17$	$\pm 0.01$
ELN	57.06	59.28	56.13	58.01	57.6	57.66	56.14	57.26

\*DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO.

## CONTENIDO DE AF

El lote con menor cantidad de AF (ver tabla 18) es el de MS con tratamiento térmico, seguido de la PADG, MS sin tratamiento, lo cual confirma el hecho de que el AF puede reducirse por tratamiento térmico mediante la hidrólisis de la molécula del AF (Ruiz 1992), y que su eficiencia depende del tipo de estructura del compuesto y del material en que se encuentre; le siguen a estas las MSPADF al 10, 15 y 20% tratadas con CaO al 0.5%, entre estos tratamientos la diferencia numérica entre estas es mínima, por lo que se supone que la cantidad de CaO utilizada para convertir el fitato de sodio a el respectivo compuesto de calcio se encontraba en exceso para los niveles de 10 y 15 % de PADF, posteriormente siguieron los lotes de PAF 10%, y PADF 10%, entre estos existe una diferencia de 0.1% que se debe al incremento por efecto de desengrasado de la PA.

TABLA No. 18  
VALORES DE ACIDO FITICO PARA EL EXPERIMENTO 2 (%)

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
% DE AF	1.28	1.14	1.17	1.44	1.54	1.30	1.34	1.35

## EVALUACION BIOLOGICA

Para esta segunda evaluación se encontraron los siguientes resultados: para el peso por lote, tabla No. 19 y figura 4, se observó mayor desarrollo para la dieta MSPADG 10%, seguido de la MSPAI, testigo con tratamiento térmico MS C/T, testigo sin tratamiento hidrotérmico MS S/T, MSPAD 10%, MSPAD+CaO 10%, MSPAD+CaO 20%, y por último MSPAD+CaO 15%. En la figura se observa que existe un desarrollo muy parejo hasta la segunda semana, en la cual se observó que los animales que más desarrollaron fueron el lote MSPADG, seguido de la dieta MS con tratamiento térmico,



**TABLA No. 19**  
**PESO POR LOTE (gr)**

<b>LOTE</b>	<b>4ª SEMANA</b>
<b>I</b>	<b>3896.2</b>
<b>II</b>	<b>4156</b>
<b>III</b>	<b>4436</b>
<b>IV</b>	<b>4188.8</b>
<b>V</b>	<b>3822.4</b>
<b>VI</b>	<b>3407</b>
<b>VII</b>	<b>3407</b>
<b>VIII</b>	<b>3103.6</b>

El peso promedio, tabla No. 20 y fig. 5. muestra resultados similares al peso por lote, y se destaca la mayor ganancia en peso para la MSPADG, la que a partir de la segunda semana se destaca de entre todas las dietas, un comportamiento similar lo tiene la dieta testigo MS con tratamiento hidrotérmico.

**TABLA No. 20**  
**PESO PROMEDIO (%)**

<b>LOTE</b>	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>
<b>I</b>	61.31	278.3
<b>II</b>	61.42	296.86
<b>III</b>	61.09	316.86
<b>IV</b>	60.87	299.2
<b>V</b>	60.06	273.03
<b>VI</b>	60.07	244.79
<b>VII</b>	61.23	206.2
<b>VIII</b>	59.33	221.69

En ganancia de peso diaria se observó como los lotes de MSPADG y MS con tratamiento desde un principio obtienen mayor ganancia diaria hasta el final del experimento, los lotes de 15 y 20% con CaO en todos los parámetros de crecimiento observados sufren una baja en el crecimiento de la tercera a la cuarta semana.

**TABLA No. 21**  
**GANANCIA DE PESO DIARIA (gr/Día)**

LOTE	4ª SEMANA
I	7.75
II	8.41
III	9.14
IV	8.51
V	7.61
VI	6.60
VII	5.18
VIII	5.80

**VARIABLES DE DESARROLLO OSEO**

Peso el hueso, tabla No. 22, se observó que entre tratamientos mientras mayor sea la incorporación de Pulidura de arroz, el crecimiento del hueso es menor, entre testigos se encontraron los valores de mayor desarrollo destacando que el testigo que recibió tratamiento térmico tuvo mejor respuesta, el tercer lugar en peso lo obtuvo la MSPADG 10%, seguida de MSPAI 10% y MSPADF 10%.

**TABLA No. 22**  
**PESO DEL HUESO (gr)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
PESO	0.709	0.830	0.764	0.759	0.670	0.629	0.490	0.521

Haciendo la comparación entre la cantidad de cenizas en la dieta y en el hueso, se obtuvo una relación directamente proporcional entre la cantidad de cenizas presentes en la dieta y las presentes en el hueso, Tabla No. 23.

**TABLA No. 23**  
**CONTENIDO DE CENIZAS**  
**EN LA DIETA Y EN EL HUESO (%)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
C/DIETA	6.99	6.51	7.23	7.46	7.34	7.61	8.69	8.47
C/HUESO	34.13	36.99	37.70	34.65	33.73	34.34	37.14	34.74

En la tabla No. 24, se observó la relación que existe entre el diámetro central y la articulación coxofemoral, encontrándose también una relación directamente proporcional entre ambos parámetros. Es claro que existe una correlación entre la cantidad de PA y el desarrollo del hueso, siendo en este caso negativa, la dieta que mejores resultados proporcionó fue la MSPADG.

**TABLA No. 24**  
**RELACION ENTRE EL DIAMETRO CENTRAL**  
**Y LA ARTICULACION COXOFEMORAL (%)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
DIAMETRO	4.13	4.30	4.15	4.30	3.97	3.67	3.57	3.43
ART C/F	10.05	10.82	10.12	10.08	10.38	9.80	9.37	9.30

En la tabla No. 25, se midió la longitud del hueso, y nuevamente se observó la misma tendencia, solamente por encima de la dieta tetigo MS, la MSPADG, que nuevamente mostó mejores resultados que las demás dietas.

**TABLA No. 25**  
**LONGITUD DEL HUESO (mm)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>LONGITUD</b>	41.52	42.16	40.32	41.08	39.81	38.93	37.27	37.95

Este segunda evaluación tuvo como finalidad comprobar los beneficios de aplicar un tratamiento térmico a todas las dietas y la aplicación del tratamiento con CaO para comprobar el efecto del tratamiento sobre el desarrollo del hueso en los pollos. En los parámetros de crecimiento se encontró una tendencia entre tratamientos con CaO a un crecimiento más lento, obteniéndose mejores resultados para 10%, seguida del 20% y por último el 15%. Se observó mayor desarrollo para el lote alimentado con la fracción de gruesos de PAD 10%, en relación al resto de las dietas; es notable la diferencia que existe entre los lotes testigo, que el sólo tratamiento hidrotérmico provoca una gran diferencia en el desarrollo del animal, la fracción de Pulidura integral MSPAI 10% obtuvo también un buen desarrollo para los animales y la fracción de MSPADF 10% tuvo mayor ganancia que los lotes con tratamiento con CaO, pero menor ganancia que las otras dietas. Se observó la relación que existe entre el contenido AF y los parámetros de desarrollo del hueso, encontrándose una correlación negativa entre estos; de estos parámetros se puede concluir que: entre tratamientos con CaO existe una tendencia inversamente proporcional, a mayor cantidad de PAD, menor desarrollo del hueso, entre testigos, se observó que la aplicación del tratamiento hidrotérmico causa un efecto favorable en el desarrollo y mineralización del hueso, lo que nos indica una reducción del AF al someter las dietas a la acción de este, en la mayoría de los casos la fracción que mejores resultados proporcionó fue la MSPADG 10%, seguida de la MSPAF 10%, y luego la MSPADF 10%.

### EXPERIMENTO No. 3

#### ELABORACION DE LAS DIETAS Y ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Para este tercero se utilizó el mismo criterio que para el segundo, con la excepción de la dieta testigo sin tratamiento térmico, ya que se demostró que con la aplicación de este se obtienen mejores resultados; los resultados del análisis químico proximal se observan en la tabla No. 26, los resultados son los siguientes: E.E. (8.19%), proteína (21.10%), cenizas (8.13%), fibra (6.41%) y ELN (56.17%), fueron dietas isoproteicas e isocalóricas. La dieta testigo MS sin tratamiento térmico se eliminó por que se comprobó que la aplicación de este proporciona mejores resultados.

TABLA No. 26  
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE DIETAS EXP. 3  
(% BASE SECA)

COMPONENTE		1	2	3	4	5	6	7
E.E	$\bar{X}$	8.34	7.30	8.39	8.62	8.59	8.64	7.47
	STD	$\pm 0.02$	$\pm 0.05$	$\pm 0.02$	$\pm 0.10$	$\pm 0.27$	$\pm 0.13$	$\pm 0.06$
PROTEINA	$\bar{X}$	19.22	19.36	21.62	20.89	22.25	22.15	22.09
	STD	$\pm 0.08$	$\pm 0.08$	$\pm 0.06$	$\pm 0.13$	$\pm 0.16$	$\pm 0.07$	$\pm 0.11$
CENIZAS	$\bar{X}$	7.04	7.21	8.16	7.86	8.83	8.75	9.06
	STD	$\pm 0.01$	$\pm 0.01$	$\pm 0.01$	$\pm 0.01$	$\pm 0.02$	$\pm 0.05$	$\pm 0.09$
FIBRA	$\bar{X}$	5.71	5.47	6.20	6.15	7.06	7.09	7.22
	STD	$\pm 0.17$	$\pm 0.01$	$\pm 0.22$	$\pm 0.18$	$\pm 0.12$	$\pm 0.02$	$\pm 0.02$
ELN		59.59	60.66	55.63	56.48	53.27	53.37	54.16

\* DETERMINACIONES REALIZADAS POR TRIPLICADO

#### CONTENIDO DE AF

La dieta con menor concentración de AF fue la MS, seguida de la PADG, MSPAD 10, 15, y 20%, MSPAI 10%, MSPAD 10%; al igual que en la evaluación anterior, la diferencia de reducción de AF es muy similar entre estos tratamientos y como ya se indicó esto se debe a que la cantidad de CaO es mayor a la que se requiere. Los resultados se expresan en la sig. tabla.

**TABLA No. 27**  
**VALORES DE ACIDO FITICO PARA EL EXPERIMENTO 3 (%)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII
% DE AF	1.21	1.20	1.40	1.44	1.32	1.33	1.33

### EVALUACION BIOLOGICA

Se encontraron los siguientes resultados: Para el peso por lote, tabla No. 28 Y fig. 7. Se observó que: existe mayor desarrollo en la dieta MSPADF+CaO 20%, seguido de la dieta testigo MS, MSPADF+CaO C/T 15%, MSPAF 10%, MSPADF+CaO 10%, MSPADG 10%, y por último MSPADF 10%. En la figura se observa que el comportamiento de todas las dietas es similar hasta la tercera semana, de esta a la cuarta el lote con MSPADF 10% observó una disminución en el crecimiento, la dieta con 15% de PAD que hasta la tercera semana fue de crecimiento más lento, observó a partir de la tercera semana un incremento en su desarrollo, para que estas dietas con tratamiento con CaO obtuvieran al final del experimento desarrollos similares entre estas.

**TABLA No. 28**  
**PESO POR LOTE (gr)**

LOTE	4ª SEMANA
I	7411.2
II	6406.2
III	7018.9
IV	5462.7
V	6851.2
VI	7135.5
VII	7892

El peso promedio, tabla No. 29 y la fig. 8, y proporciona los siguientes resultados: la dieta con mayor peso promedio obtenido, fue la MSPADF+CaO 10%, seguida de la dieta testigo MS, MSPADF 15%, MSPADF 20%, MSPAI, MSPADG 10%, y por último la MSPADF 10%. Al igual que la figura anterior, esta observó el mismo parámetro de crecimiento hasta la tercera semana, y entre tratamientos se nota más estrecha la relación.

**TABLA No. 29**  
**PESO PROMEDIO (gr)**

<b>LOTE</b>	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>
<b>I</b>	38.14	617.6
<b>II</b>	37.92	533.85
<b>III</b>	38.03	539.91
<b>IV</b>	38.39	496.61
<b>V</b>	37.84	622.84
<b>VI</b>	39.08	584.88
<b>VII</b>	38.23	575.54

Para la velocidad de crecimiento, tabla No. 30 y fig. 9, los resultados obtenidos son similares a los de ganancia porcentual. En la figura se pueden observar tendencias similares a los otros parámetros observados, también se observa que los lotes al iniciar el experimento partieron con pesos muy uniformes que van entre los 7-10 gr.



**TABLA No. 30**  
**GANANCIA DE PESO DIARIA**  
**(gr/Día)**

<b>LOTE</b>	<b>4ª SEMANA</b>
<b>I</b>	21.46
<b>II</b>	18.37
<b>III</b>	18.59
<b>IV</b>	16.97
<b>V</b>	21.67
<b>VI</b>	18.52
<b>VII</b>	19.90

En la tabla No. 31 se muestra el consumo de alimento y la conversión alimenticia, esta última se obtiene de dividir el consumo de alimento por lote entre el peso por lote, para obtener este factor de conversión.

**TABLA No. 31**  
**CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA**

<b>LOTE</b>	<b>PESO POR LOTE 4ª SEMANA</b>	<b>CONSUMO DE ALIMENTO 4ª SEMANA</b>	<b>CONVERSION ALIMENTICIA</b>
<b>I</b>	7,111.2	14,459	1.98
<b>II</b>	6,496.2	13,955	2.18
<b>III</b>	7,018.9	14,535	2.07
<b>IV</b>	5,462.7	13,732	2.51
<b>V</b>	6,851.2	14,443	2.11
<b>VI</b>	7,135.5	13,614	1.91
<b>VII</b>	7,882	14,518	1.85

#### **ANALISIS ESTADISTICO**

Este análisis se realizó a los datos del peso por lote y demostró que a un nivel de significancia de 0.05, entre tratamientos no existen diferencias estadísticas en el desarrollo corporal, que la dieta testigo obtuvo mejores resultados que las otras y que esta se relaciona con la dieta de MSPADF 10% con CaO, que la MSPADG, se relaciona con las dietas con CaO, y que las dietas menos desarrolladas son las MSPADF y MSPAF 10%, y que estas se relacionan entre si.

#### **VARIABLES DE DESARROLLO OSEO**

Peso del hueso, tabla No. 32 observó que en la segunda evaluación, que entre tratamientos mientras mayor sea la incorporación de PA, el crecimiento del hueso es menor; la dieta testigo MS obtuvo mayor desarrollo, seguida de la MSPADF+CaO, MSPADF 10%, MSPADG 10%,

MSPADF 10%, MSPADF+CaO 20 y 15% respectivamente, en estos tratamientos se observó que a mayor contenido de AF el peso del hueso es mayor, entre MSPADF 10% y MSPADF+CaO 10% existe por la diferencia del tratamiento con CaO, mayor desarrollo para la dieta que lo recibe, y esto se debe a la reducción del AF.

TABLA No. 32  
PESO DEL HUESO (gr)

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII
PESO	1.581	1.366	1.386	1.342	1.440	1.293	1.296

Comparando la cantidad de cenizas en la dieta y en el hueso, se obtuvo una relación directamente proporcional entre estas, Tabla No. 33, se destaca principalmente la cantidad de minerales que contiene el hueso para el lote MSPADG, que además contiene la menor cantidad de AF.

TABLA No. 33  
COMPARACION DE LA CANTIDAD DE CENIZAS  
EN LA DIETA Y EN EL HUESO (%)

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII
C/DIETA	7.04	7.21	8.16	7.86	8.83	8.75	9.06
C/HUESO	38.39	41.51	38.82	38.97	37.15	36.74	35.57

En la tabla No. 34, se observó la relación que existe entre el diámetro central y la articulación coxofemoral, encontrándose también una relación directamente proporcional entre ambos parámetros. También aquí se observó que entre tratamientos a mayor cantidad de AF, hay menor desarrollo del hueso.

**TABLA No. 34**  
**RELACION ENTRE EL DIAMETRO CENTRAL**  
**Y LA ARTICULACION COXOFEMORAL (mm)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII
DIAMETRO	5.84	5.38	5.38	5.37	5.55	5.27	4.97
ART C/F	12.90	12.63	12.83	12.47	12.43	11.88	12.15

En la tabla No. 35, se midió la longitud del hueso, la dieta testigo obtiene mejores resultados y entre testigos a mayor cantidad de PA menor longitud del hueso.

**TABLA No. 35**  
**LONGITUD DEL HUESO (mm)**

DIETA	I	II	III	IV	V	VI	VII
LONGITUD	48.17	45.72	46.45	44.88	45.63	45.47	45.18

Con la realización de este tercer experimento se eliminó el factor de enfermedad que se presentó en el segundo, pues la confiabilidad de este no es aceptable; se eliminó el lote sin tratamiento térmico por que se demostró que la aplicación de este proporciona mayores beneficios a las dietas.

De los parámetros de desarrollo del hueso podemos concluir que: entre tratamientos con CaO existe una tendencia inversamente proporcional, a mayor cantidad de PAD, menor desarrollo del hueso, lo cual nos indica que al haber menor reducción de AF, hay una menor absorción de calcio en hueso; la dieta testigo obtuvo mejores resultados que las otras dietas, seguida de la fracción de gruesos, la Pulidura integral y la MSPADF 10%. Se confirmó que la presencia de AF causa una relación inversamente proporcional al desarrollo el hueso.

## CONCLUSIONES.

- Existen diferencias numéricas en los contenidos de AF, en las materias primas utilizadas para la elaboración de las dietas; el contenido es mayor para la pasta de soya (1.81%), seguido de la PAD (0.69%), PAF (0.62%), PA (0.62%), harina de maíz (0.60%), y por último la fracción de gruesos PADG (0.46%). Estos resultados fueron obtenidos por cromatografía de líquidos de alta presión.
- En el experimento No. 1, los tratamientos efectuados a las mezclas (maíz-soya-pulidura), la fermentación y el tratamiento hidrotérmico con CaO 0.5% (THCaO 0.5%), con el fin de reducir el AF, no existieron diferencias numéricas significativas en el contenido residual de este compuesto y en el desarrollo óseo de los animales, pero si los hubo en las variables de crecimiento, en un 13% aprox.
- En el segundo experimento se encontró que la incorporación de mayores cantidades de PAD van en detrimento del desarrollo del hueso, que la aplicación de (THCaO 0.5%) resulta eficaz y que el sólo tratamiento hidrotérmico (TH) es capaz de reducir el agente quelante en un (11%), y se cree que gran cantidad del AF restante cambia su estructura molecular a moléculas menos reactivas. Se encontró una relación inversamente proporcional a la cantidad de PAD presente en la dieta, es decir que lotes que contenían mayor cantidad de PAD presentaron en relación a los parámetros de desarrollo óseo, un menor desarrollo; lotes con la misma cantidad de PAD pero sin tratamiento hidrotérmico+CaO presentan menor desarrollo que estos últimos; en lo que se refiere a las fracciones de la PAD se tiene que la fracción PADI y PADG representan mejores resultados que la PADF, siendo la fracción de gruesos la que proporciona mejores resultados.

- Con la realización del tercer experimento se comprobaron los resultados encontrados en el segundo, en ambos experimentos el desarrollo del animal fue menor para los lotes que recibieron el (THCaO 0.5%), esto puede ser debido a la formación de jabones por la acción del alcalí (CaO), sobre las grasas presentes en la dieta.
- De los resultados en los experimentos se puede concluir que la aplicación de tratamientos, ya sea por fermentación o con CaO, proporciona mejores resultados para el desarrollo del hueso que los lotes que carecen de este; esta diferencia fluctúa entre un 20% a excepción de la fracción de gruesos que obtiene mejores resultados.
- Dado que la cantidad de AF residual en los lotes que recibieron tratamiento con CaO es semejante, se puede decir que la cantidad de CaO utilizada se encontraba en exceso.
- La dieta con la que mejores resultados se obtuvieron es la que contenía la fracción de gruesos.
- Estadísticamente se comprobó que la presencia de AF residual, representa un efecto condicionante en el desarrollo óseo de los pollos, con lo que se comprobó la hipótesis planteada.

## RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES

1. Realizar estudios en los que se cuantifiquen Ca, P, Mg y Zn, en el hueso para observar alteraciones en el contenido de estos y como se ven afectados por la presencia de agentes quelantes.
2. Utilización de la fracción gruesa de PA, ya que esta representa casi el 40% del total de la PA y no repercute sensiblemente en el desarrollo óseo; la fracción fina puede ser utilizada en la alimentación humana, previamente tratada.
3. Utilizar la PA previamente desengrasada y dar tratamiento hidrotérmico a las dietas.
4. Probar diferentes métodos que permitan la reducción del AF, como: fermentación por ensilado, incubación más la adición de enzimas (fitinas), probar con otras sales de Ca, Mg o Zn (carbonatos, fosfatos, cloruros, sulfatos).
5. Realizar la experimentación en las condiciones de una caseta y comparar los parámetros con aves criadas en el mismo ambiente, y que provengan de la misma incubadora.
6. Confirmar la presencia de jabón.
7. Realizar investigación en otras especies animales, ya que el ácido fítico es precursor de hipocalcemia, principalmente en monogástricos, los rumiantes por los procesos fermentativos del rumen, reducen la molécula del ácido fítico de manera natural.

## OBSERVACIONES

Se encontró como un factor condicionante para el desarrollo del hueso la presencia de AF residual en las dietas, todos los vegetales utilizados en la alimentación animal lo contienen en mayor o menor cantidad, y su molécula puede ser más o menos reactiva dependiendo de la estructura molecular de esta, por citar algunos ejemplos tenemos: salvado de trigo (3.70%), salvado de arroz (1.10%), harina de trigo (0.96%), arroz (2.20%), cebada (1.19%), soya (2.58%), avena (0.77%) y maíz (0.12%) (Hardland, 1980). Las aves de crecimiento rápido como lo son los pollos de engorda requieren de un aporte de calcio suficiente para proveer las necesidades de calcio que solicita el rápido desarrollo óseo, cualquier factor que altere este desarrollo provoca en primer lugar la descalcificación ósea, originando problemas como la pica o canibalismo; cuando se alargan los ciclos como en el caso de aves de postura, el panorama se debe acentuar de manera importante, ya que los requerimientos de minerales son mayores para poder sostener la producción de huevo. Como manejo nutricional eficiente se puede recomendar la aplicación de algún tratamiento a la dieta para evitar que el AF indisponga minerales que pueden ser utilizados en el desarrollo óseo de los animales, y en el caso de aves de postura asegurar una adecuada calcificación del cascarón del huevo, sin que esto repercuta en la calcificación del hueso.



## BIBLIOGRAFIA.

1. American Association of Cereal Chemists (A.A.C.C.). 1962. Cereal Laboratory Methods. American Association. St. Paul. Minnesota. U.S.A.
2. Artega, F.C. y Cuca, G.M. 1974. Utilización del Pulido de Arroz en la Alimentación del Pollo de Engorda. Técnica Pecuaria en México. 26(2): 24-27.
3. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1970. Official Methods of Analysis. 11th. Ed. Washington. D.C. U.S.A.
4. Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1984. Official Methods of Analysis. 14th. Ed. Washington. D.C. U.S.A.
5. Avances en Medicina Veterinaria. 1991. Modificaciones Oseas en Pollos de Engorda. 21(2): 38-42.
6. Badui, D.S. 1988. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana S.A. Primera reimposición. México.
7. Ballinas, D. J. 1992. Proceso para la Elaboración de una Harina Integral de Yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y su Evaluación Nutricional en Aves. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México.
8. Bedolla, B. S. 1990. Introducción a la Tecnología de Alimentos. Teoría y Práctica. ENCB-IPN. México.
9. Campabadal, C. M. 1993. Utilización de Fuentes Alternativas de Energía en la Alimentación Avícola. Asociación Americana de Soya. 86: 1-6. México.

10. Cheryan, M. 1980. Phytic Acid, Interaction Food Systems. CRC. Crit. Rev. Food sci. Nutr. 13(4): 297-335.
11. Davidek, J., Velisek, J., Pokorný, J. 1990. Chemical Changes During Food Processing., Developments in Food Science., Ed. Elsevier, NY. USA.
12. Dinesh, N.L., Koch, M. 1984. Comparative Study of Phytic Acid Content, *in-vitro* Protein Digestibility and Amino Acid Composition of Different Types of Flat Breads., Journal of Sci. Food Agric. Faculty of Nutrition Science FRG. 47: 353-364.
13. Franco, G.M., Diaz, C.M., Ruiz, C.V. 1990. Métodos de Análisis Utilizados para la Evaluación de Proteínas. CIEA-IPN.
14. Instituto Nacional de la Nutrición (INN). 1977. Valor Nutritivo de los Alimentos. México.
15. Johannes, J. L. and Pieter, J. V. N. 1986. Determination of Phytic Acid in Food by Postcolumn Colorimetric Detection. J. Agric Food Chem. 34(4): 320-324.
16. Juliano, B. O. 1972. Rice, Chemistry and Technology. Am. Assoc. Cereal Chem. St Paul, Minesota U.S.A.
17. Juliano, B. O., Sakurai, J. 1985. Miscellaneous Rice Products. Rice Chemistry and Technology. 2<sup>a</sup> ed. Edit. American Assoc. Cereal Chemists. St. Paul; Minesota, U.S.A.
18. Manjarrez, M. B. y col. 1976. Valor Nutritivo de una Combinación de Harina de Yuca (*Manihot esculenta*) con Puliduras de Arroz, como Sustituto de Maíz en la Alimentación de Pollos y Cerdos. Técnica Pecuaria en México: 28(2): 58-63.

19. Manual Merck de Medicina Veterinaria. 1988. 3ª ed. Merck and CO., Inc. 1988.
20. Maga, J. A. 1982. Phytate: Its Chemistry, Occurrence, Food Interactions, Nutritional Significance and Methods of Analysis. *Journal of Agric. Food Chem.* 30(1): 1-9.
21. Manuales para Educación Agropecuaria. 1988. Cultivos Oleaginosos. 6ª reimposición. Ed. Trillas S.A. México.
22. National Research Council (NRC). 1971. Nutrient Requirements of Poultry. USA.
23. Parsons, C. M. 1993. Disponibilidad de Aminoácidos en Alimentos para Aves. Asociación Americana de Soya. 101: 1-8 México.
24. Porcayo, C. J. 1988. Perspectivas para el Aprovechamiento Integral de la Pulidura de Arroz. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México.
25. Preston, G.M.A. 1983. Estimación del Nivel Óptimo de Pulidura de Arroz Destoxificada en Dietas para Animales de Laboratorio., Tesis de Licenciatura. Univ. Veracruzana, Jalapa Ver. México.
26. Primo Y. E. 1979. Oleaginosas. Química Agrícola. Tomo III Alimentos. Ed. Alhambra, S.A. España.
27. Rackis J.J. 1981. Significance of Soya Trypsin Inhibitors in Nutrition. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 3: 395:501.
28. Rackis J.J. 1981. Flatulence Caused by Soya and its Control through Processing. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 3: 503:509.

29. Ruiz, C.V. 1992. Extrusión de Pulidura de arroz., Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México.
30. Saunders, R. M. 1990. The Properties of Rice Bran as a Foodstuff. *Cereal Foods World*. 35(7): 632-636.
31. Saunders, R. M. 1985-86. Rice Bran: Composition and Potential Food Uses. *Food Reviews International*. 1(3): 465-495.
32. Shimada, S. A. 1979. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. 3ª reimpression. Sistema de Educación continua en Producción Animal en México A. C. México.
33. Staunton, W. E. 1966. Bioquímica Médica. Interamericana. México.
34. Sutardi, C. and Buckle, K. A. 1985. Reduction in Phytic Acid Levels in Soybeans During Tempeh Production, Storage and Frying. *Journal of food Sci.* 50(1): 260-261.
35. Tangendjaja, B., K. A. Buckle, M. Wootton. 1980. Analysis of Phytic Acid by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatography*. 197(2): 274-277.
36. Tejada, H.T. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal., ISBN. SEP.
37. Thompson, L. U. 1989. Nutritional and Physiological Effects of Phytic Acid. *Food Proteins*. 23, 410-431.
38. Thompson, S. and Weber, C. W. 1981. Effect of Dietary Fiber Sources on Tissue Mineral Levels in Chicks. *Poultry sci.* 60(4): 840-845.

39. Torre, M., A. R. Rodríguez and Saura-Calixto, F. 1991. Effects on Fiber and Phytic on Mineral Availability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1(1): 1-22.
40. Tortosa, E. y Benedito de Barber, C. 1977. El Salvado de Arroz y su Valor Potencial para Alimentación Animal. *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.* 18(4): 409-421.
41. William F. Ganong. 1986. *Fisiología Médica*. 10ª edición. Editorial El Manual Moderno. México.

## FIGURAS

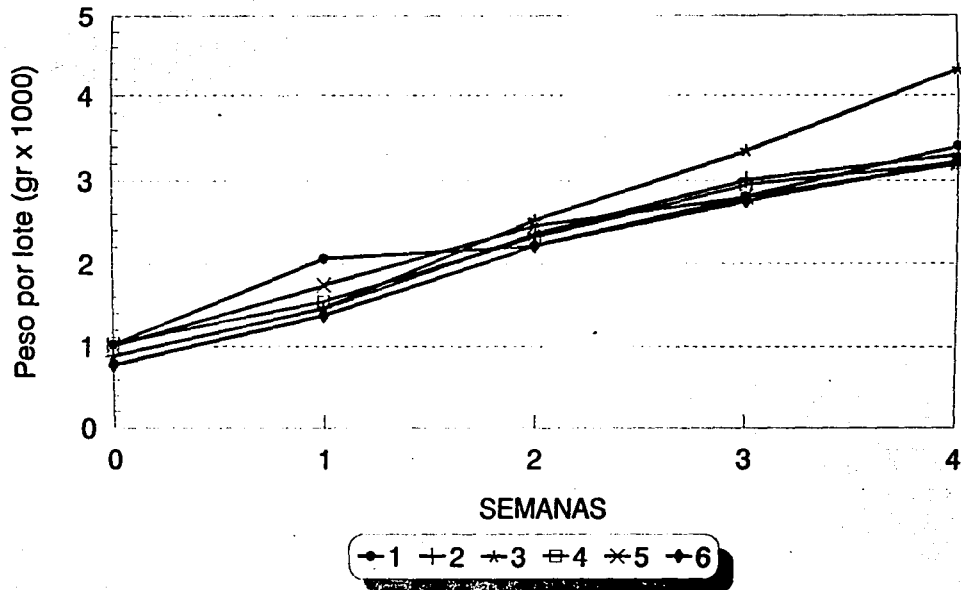


Fig. 1 Peso por lote de pollos línea *Vantress* alimentados durante 28 días con dietas cuyo contenido de ácido lático varía. Exp. 1.

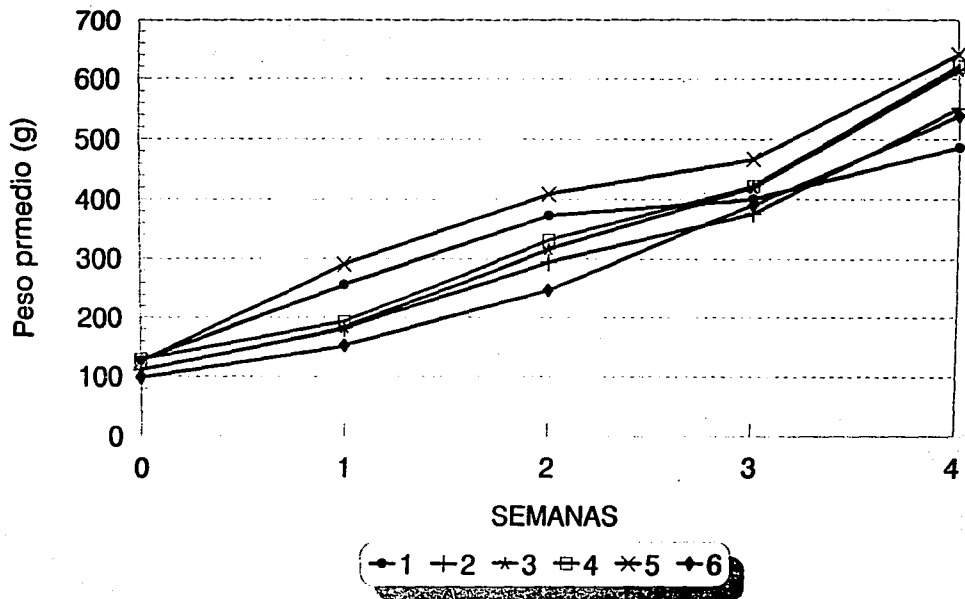


Fig. 2 Peso promedio de pollos línea *Vantrass* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido fítico varía. Exp. 1.



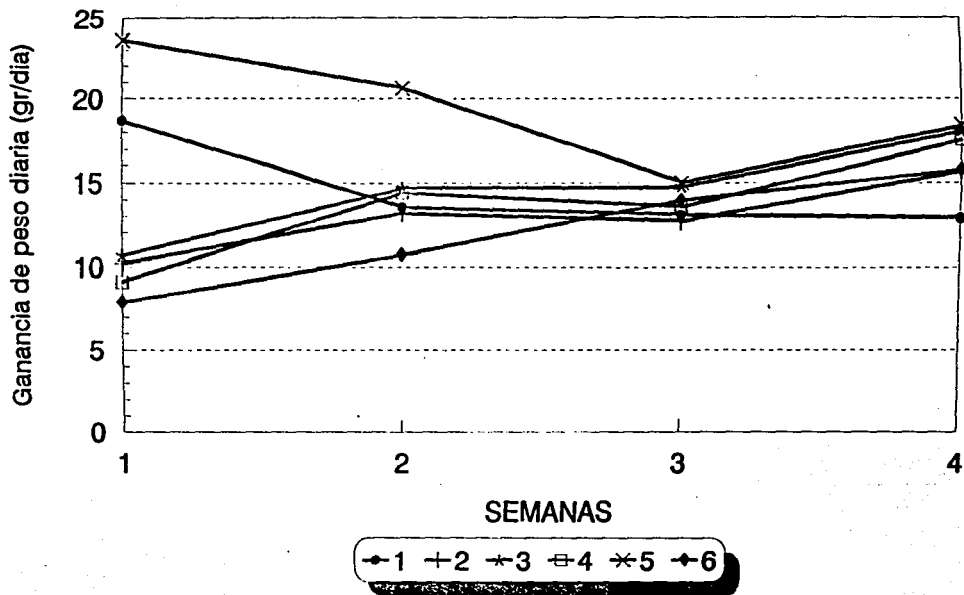


Fig. 3 Ganancia de peso diaria de pollos línea *White Leghorn* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido lítico varía. Exp. 1.

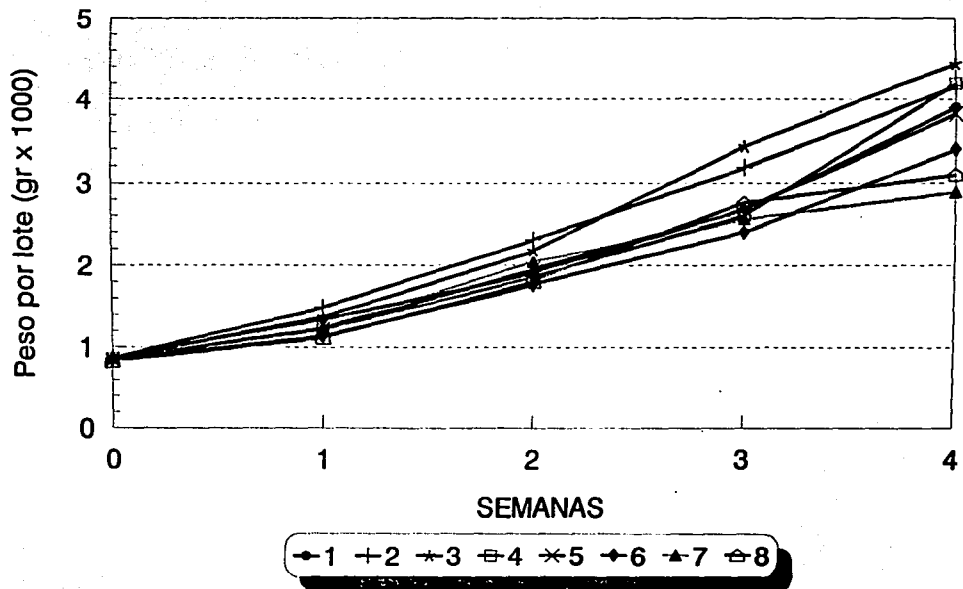


Fig. 4 Peso por lote de pollos Vantess alimentados durante 28 días con dietas cuyo contenido de ácido fítico varía. Exp. 2.

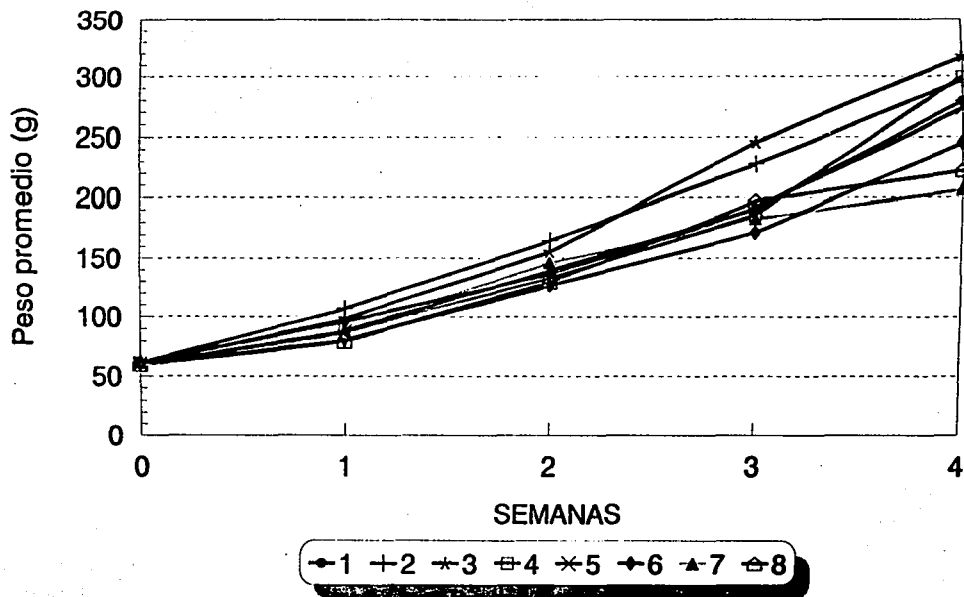


Fig. 5. Peso promedio de pollos línea *Vantriss* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido fólico varía. Exp. 2.

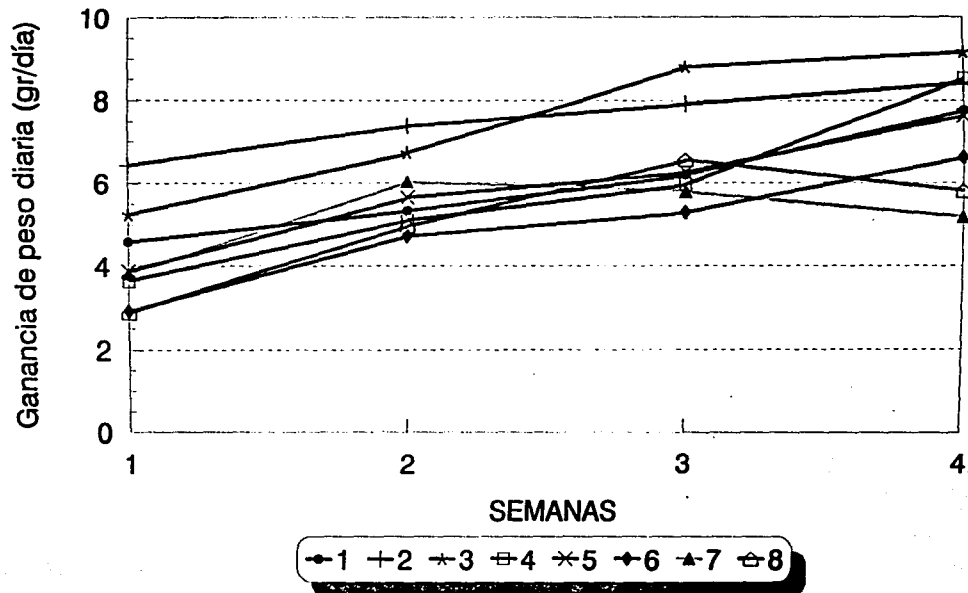


Fig. 6 Ganancia de peso diaria de pollos línea *Vantress* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido fítico varía. Exp. 2.

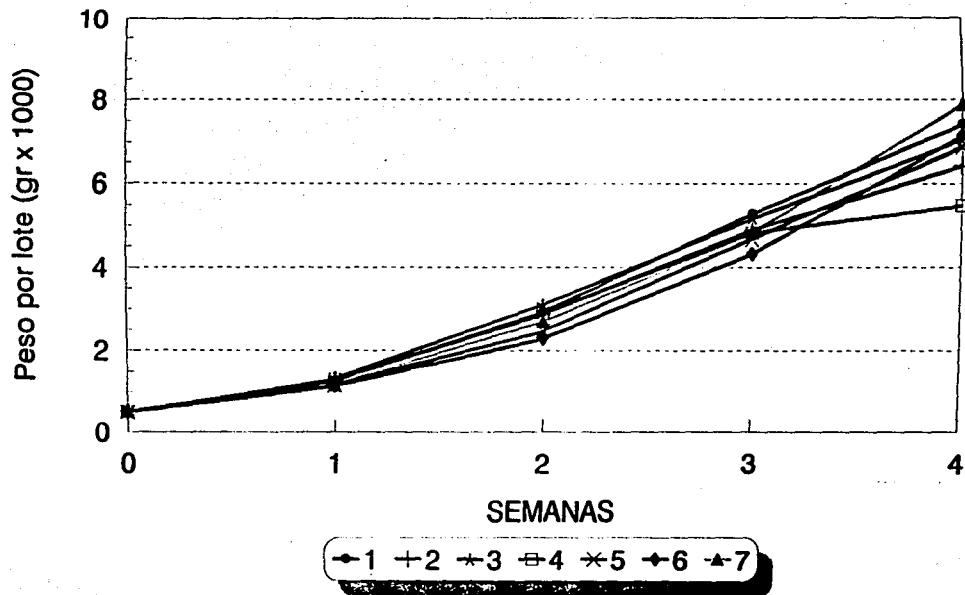


Fig. 7. Peso por lote de pollos *Vanress* alimentados durante 28 días con dietas cuyo contenido de ácido fólico varía. Exp. No. 3.

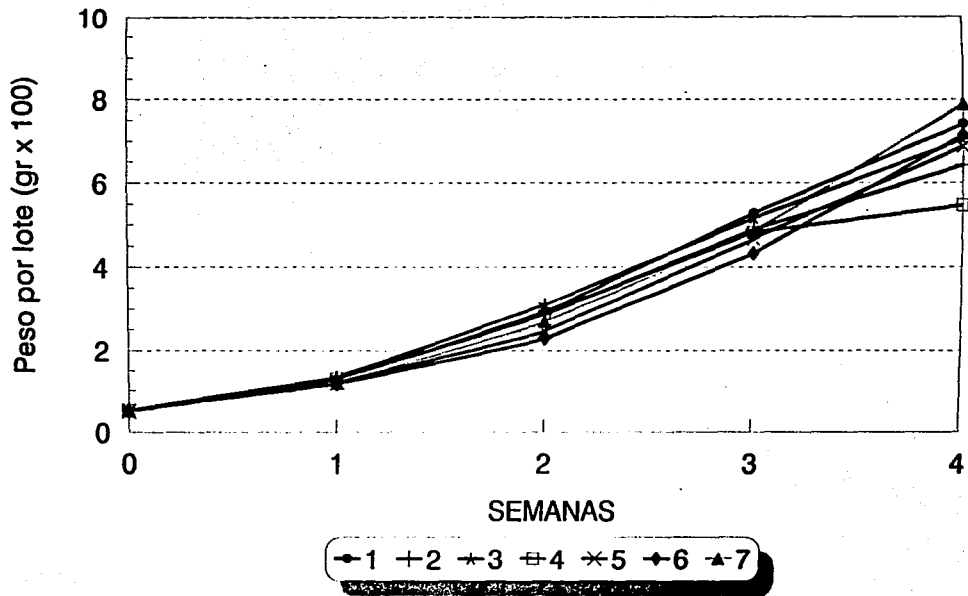


Fig. 7. Peso por lote de pollos *Vantruss* alimentados durante 28 días con dietas cuyo contenido de ácido fítico varía. Exp. No. 3.

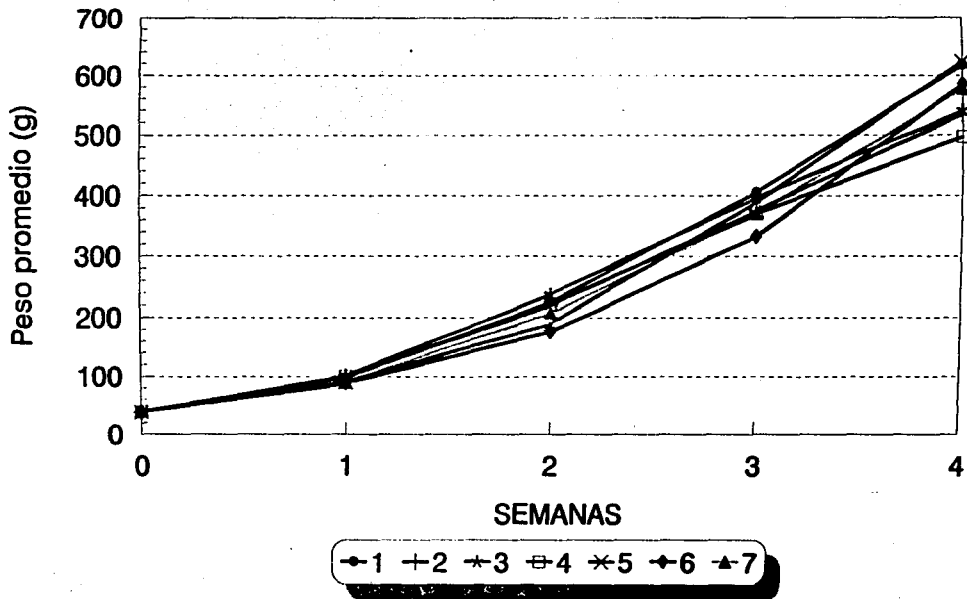


Fig. 8: Peso promedio de pollos línea *Vantress* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido lítico varía. Exp. 3.

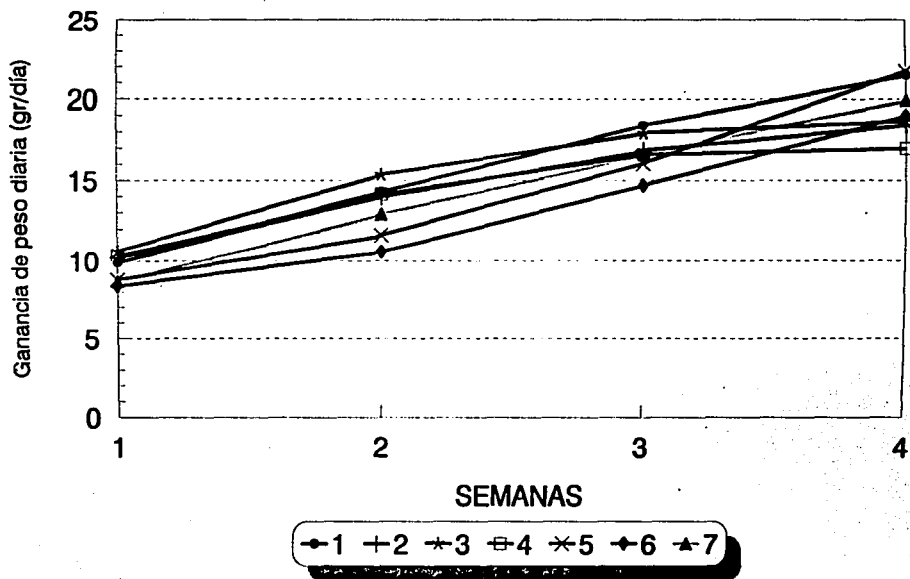


Fig. 9 Ganancia de peso diaria de pollos línea *Vartruss* alimentados con dietas cuyo contenido de ácido lítico varía. Exp. 3.



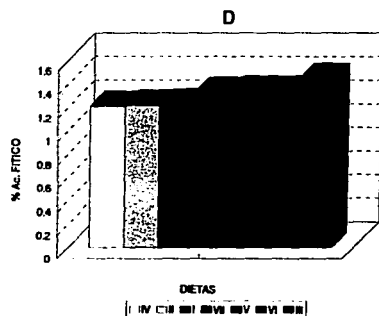
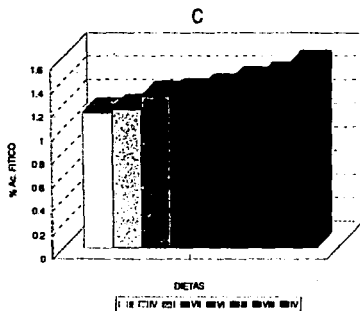
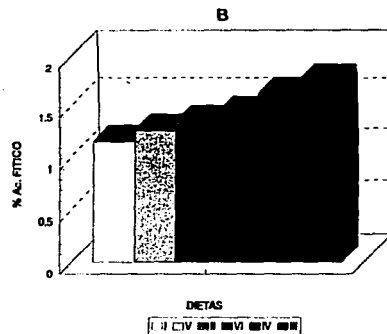
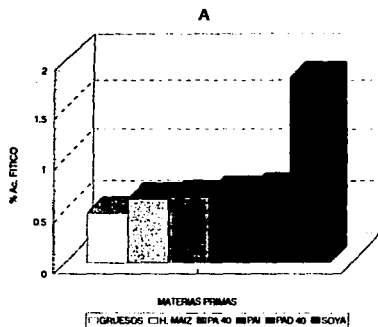


Fig. 10 Gráficas demostrativas del contenido de ácido láctico, obtenido por cromatografía de líquidos de alta presión, en las materias primas y en las dietas: A) materias primas, B) experimento 1, C) experimento 2, D) experimento 3.

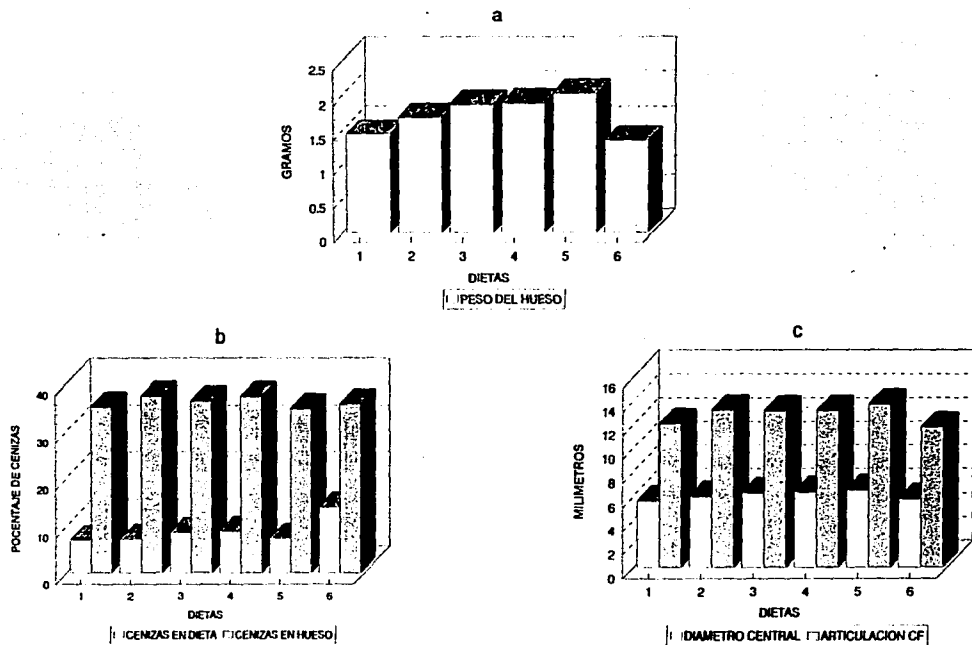


Fig. 11 Parámetros de desarrollo óseo para el (exp. 1): a) peso del hueso, b) comparación de la cantidad de cenizas en la dieta y en el hueso y c) relación entre el diámetro central y la articulación coxofemoral.

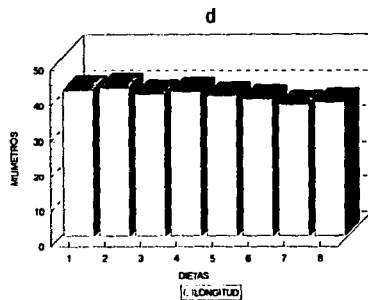
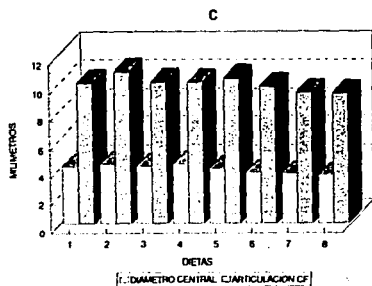
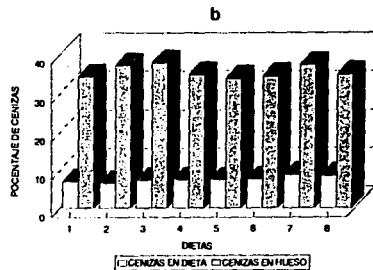
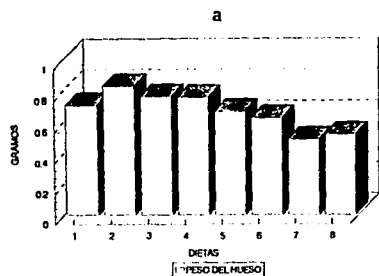


Fig. 12 Parámetros de desarrollo óseo para el (exp. 2): a) peso del hueso, b) comparación de la cantidad de cenizas en la dieta y en el hueso, c) relación entre el diámetro central y la articulación coxofemoral y d) longitud del hueso.

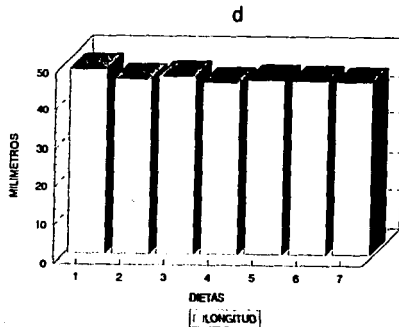
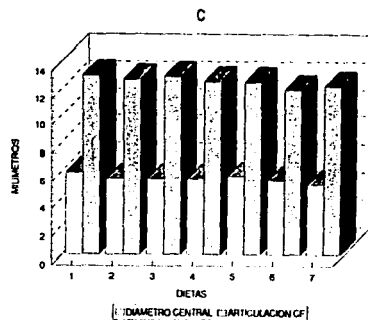
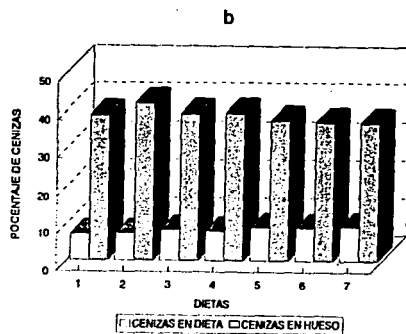
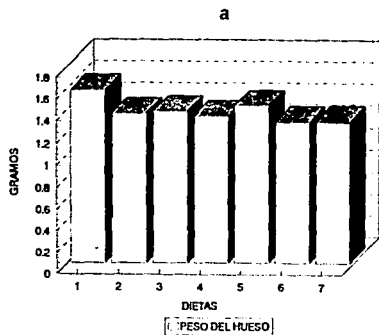


Fig. 13 Parámetros de desarrollo óseo para el (exp. 3): a) peso del hueso, b) comparación de la cantidad de cenizas en la dieta y en el hueso, c) relación entre el diámetro central y la articulación coxofemoral y d) longitud del hueso.