

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEAL: BROILERS”**

**Trabajo Monográfico para Optar el Título de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**  
**(Modalidad Examen Profesional)**

**HERNÁN CASTILLO ESQUIVEL**

Lima – Perú

2015

## **DEDICATORIA**

- A mi papá por su ejemplo, por su incansable labor de padre y sus grandes enseñanzas. Porque cuando pienso en trabajo, honestidad y cariño pienso en ti.
- A mi mamá, por ser mi amiga, a mis hermanos por la paciencia y comprensión.
- A mi esposa e hijos, porque son la razón de cada nuevo día.

## **AGRADECIMIENTO**

- Al Dr. Víctor Guevara Carrasco, patrocinador por su excelente aporte brindado

# ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. ANTECEDENTES	11
2.1 METABOLISMO PROTEICO	12
2.2 ABSORCIÓN DE LOS AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS	13
2.3 DIGESTIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD	14
2.4 REDUCCIÓN DEL NIVEL PROTEICO DE LAS DIETAS	16
2.5 AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES	17
2.6 REQUERIMIENTOS DE AMINOÁCIDOS	17
2.7 CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEAL	18
III. PROYECTO EUROPEO DE PROTEÍNA IDEAL	21
3.1 ¿QUÉ CRITERIO DEBERÍA UTILIZARSE PARA CALCULAR EL PERFIL DE AMINOÁCIDOS IDEAL?	21
3.2 ESTABLECIENDO LA CONCENTRACIÓN DE LISINA DE LA DIETA ¿SOBRE QUE CRITERIO DE RENDIMIENTO DEBERÍA BASARSE?	22
3.3 USO DEL CONCEPTO DE LA PROTEÍNA IDEAL PARA UNA FORMULACIÓN DE NIVELES DE AMINOÁCIDOS EN DIETAS DEBROILERS.	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	25
4.2 ANIMALES EXPERIMENTALES	25
4.3 MANEJO DESANIDAD	25
4.4 TRATAMIENTOS	25
4.5 DIETAS EXPERIMENTALES	26
4.6 ALIMENTACIÓN	26
4.7 PARÁMETROS EVALUADOS	32
4.7.1 Peso vivo y ganancia de peso	32

4.7.2	Consumo de alimento	32
4.7.3	Conversión alimenticia	32
4.7.4	Evaluación de camal	32
4.8	DISEÑO EXPERIMENTAL	33
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1	PESO VIVO	34
5.2	CONSUMO DE ALIMENTO	36
5.3	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	39
5.4	EVALUACIÓN DEL CAMAL	41
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	44
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	45
IX.	ANEXO	48

## ÍNDICE DE CUADROS

NÚMERO		PÁGINA
1.	Punto de cambio y relación ideal de aminoácidos para broilers Ross e Isa	21
2.	Proteína ideal para pollos de engorde de diferentes edades	23
3.	Programa de alimentación	25
4.	Proteína ideal en formulación de broilers (Baker)	26
5.	Proteína ideal en formulación de broilers (S. Mack).	27
6.	Formulación de la dieta control contenido nutricional estimado para las etapas de inicio, crecimiento y acabado	28
7.	Formulas de la dieta bake (al 110%, 100% y 90% de proteína ideal) y contenido nutricional estimado para las etapas de inicio, crecimiento y acabado	29
8.	Fórmulas de la dieta mack (al 110%, 100% y 90% de proteína ideal) y contenido nutricional estimado para las etapas de inicio, crecimiento y acabado	30
9.	Peso vivo en machos para los 21 y 45 días	33
10.	Peso vivo en hembras para los 21 y 45 días	34
11.	Consumo de alimento para machos a los 21 y 45 días	36
12.	Consumo de alimento para hembras a los 21 y 45 días	37
13.	Conversión alimenticia acumulada en machos para los 21 y 45 días	38
14.	Conversión alimenticia acumulada en hembras para los 21 y 45 días	39
15.	Evaluación del camal	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>NÚMERO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Peso vivo en machos para los 21 y 45 días	34
2.	Peso vivo en hembras para los 21 y 45 días	35
3.	Consumo de alimento para machos a los 21 y 45 días	36
4.	Consumo de alimento para hembras a los 21 y 45 días	37
5.	Conversión alimenticia acumulada en machos para los 21 y 45 días	39
6.	Conversión alimenticia acumulada en hembras para los 21 y 45 días	40

## RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el concepto de la proteína ideal y se evalúa su aplicación en la formulación de raciones comerciales de broilers.

Se realiza un comparativo entre la formulación de dietas comerciales para broilers versus las recomendaciones de proteína ideal de dos autores (Baker y Mack). Se consideraron los requerimientos de aminoácidos para la edad promedio en cada fase de alimentación, se utilizaron las premezclas comerciales utilizadas en ese momento en los alimentos de las granjas de la empresa. El manejo, programas de vacunación y los programas de alimentación fueron los utilizados en forma comercial en las granjas, así como los niveles de energía utilizados en ese momento.

Se realizaron mediciones diarias de los consumos, pesos semanales, conversiones alimenticias semanales y acumuladas. Al concluir la evaluación, un grupo de aves de cada tratamiento fueron elegidas al azar y llevadas al camal para realizar las evaluaciones de rendimiento.

Se hizo la evaluación estadística de los pesos promedios entre tratamientos a los 21 y a los 45 días. En el caso de los machos no se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) en el análisis de variancia para ninguno de los tratamientos, pero al análisis de Duncan presentó diferencias entre los tratamientos de Mack 100% y Baker 110 % para la etapa de 21 días, luego en la etapa final de 45 días con Duncan se encontró diferencias entre los tratamientos Mack 100 % y Baker 110 %.

En la evaluación estadística de pesos de las hembras en el análisis de variancia se encontraron diferencias estadísticas y en la prueba de Duncan se encontró diferencias estadísticas para el tratamiento Baker 110 % para los 21 días y a los 45 días no se encontró diferencias estadísticas en el análisis de variancia pero en la prueba de Duncan presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos Baker 90% y los y tratamientos control y Mack 90%.



## I. INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo las raciones formuladas para aves se basaban en el concepto de proteína cruda ( $N \times 6.25$ ), lo cual nos daba como resultados fórmulas con niveles de aminoácidos en muchos casos superiores a los requeridos, que no significaba mayores costos e inclusive un efecto negativo, los cuales afectan el desempeño productivo de las aves.

Se inició primero trabajando con niveles promedios de proteína y luego se pasó a formular con niveles de análisis, para luego proceder al cálculo de energía. Posteriormente se empezaron a analizar los valores de aminoácidos, que en la formulación significó que se pasara de promedios teóricos a promedios de análisis. Sin embargo, era necesario obtener valores de digestibilidad de estos aminoácidos para poder obtener una formulación más precisa. Actualmente se cuenta con suficiente información, con respecto a la digestibilidad de aminoácidos para la gran variedad de ingredientes usados en la formulación de raciones.

Aún disponiendo de valores de aminoácidos digestibles para un buen número de ingredientes y habiéndose demostrado la ventaja de formular con ellos, su utilización estaba muy restringida, debido a la carencia de información adecuada sobre los requerimientos de las aves por varios de los aminoácidos totales y por muchos de los digestibles, así como el balance de los mismos.

Así nace el concepto de proteína ideal, que se define como el balance exacto de los aminoácidos capaces de proveer sin deficiencia ni excesos las necesidades de todos los aminoácidos requeridos para mantenimiento y el máximo aumento de la proteína corporal. Sin embargo, hay información limitada sobre el uso de este concepto con dietas prácticas o comerciales, ya que mayormente se ha trabajado con dietas purificadas.

El objetivo de este estudio, es evaluar las recomendaciones de proteína ideal en dietas formuladas comercialmente, comparando el efecto de dos tablas nutricionales de los autores Baker y S, Mack en dietas comerciales con respecto a sus recomendaciones de proteína ideal, así como de tres concentraciones de aminoácidos (110, 100 y 90 %).

## II. ANTECEDENTES

## 2.1 METABOLISMO PROTEICO

Las proteínas son el principal constituyente de los órganos del cuerpo animal, por lo que se requiere de una provisión abundante y continua de ellas, en el alimento durante toda la vida para el crecimiento y reposición. La transformación de la proteína alimentaria en proteína corporal es de vital importancia en el proceso nutricional (Maynard, 1981).

Todas las proteínas están formadas por unidades simples que son los aminoácidos, aunque existen más de 200 aminoácidos en la naturaleza, sólo se encuentran aproximadamente 20 en la mayoría de las proteínas y se necesitan solo alrededor de 10 aminoácidos esenciales en la dieta de las aves, debido a que la síntesis tisular no es adecuada para cubrir las necesidades metabólicas. (Church, 1992). La digestión de las proteínas, así como la de otros nutrientes, ocurre por acción de procesos mecánicos y/o microbiológicos sobre los alimentos ingeridos.

En la boca, esófago y buche de las aves no ocurre digestión ni absorción de las proteínas y aminoácidos. En el proventrículo, también llamado estómago glandular, es donde se inicia la digestión de las proteínas. En este órgano ocurre la secreción de ácido clorhídrico y de pepsinógeno por las células oxintopepticas. El pepsinógeno llega al lumen del proventrículo desactivado y entonces, por acción del ácido clorhídrico y por moléculas de pepsina activadas anteriormente, ocurre el rompimiento en una determinada porción de su molécula, transformándolo en su forma activa, la pepsina. La digestión peptídica ocurre preferencialmente en la molleja. El ácido clorhídrico promueve la ruptura de las ligaciones peptídicas entre los aminoácidos leucina y valina, tirosina y leucina y fenilalanina y tirosina.

La proteína, ya en proceso de digestión, promovido por el jugo gástrico y por la acción mecánica sufrida en la molleja, pasan por el intestino delgado donde reciben las secreciones pancreáticas e intestinales.

La sustancia más importante de la secreción intestinal, para la digestión proteica, es la enteroquinasa. Esta enzima activa el tripsinogeno pancreático que llega inactivado en el lumen intestinal, transformándolo en tripsina (forma activa), la

cual es responsable por la activación de las demás enzimas proteolíticas secretadas por el páncreas. Las enzimas del proventrículo y del páncreas actúan sobre las proteínas transformándolas básicamente en oligopeptidos, los cuales serán transformados posteriormente, por la acción de las enzimas intestinales, que se encuentran en el borde de escoba, en pépticos menores y aminoácidos, los cuales serán absorbidos (Scott et al., 1982).

## **2.2 ABSORCIÓN DE LOS AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS**

El principal lugar de absorción de los aminoácidos es el íleon. En el duodeno, colon, ciego y recto no han sido identificados mecanismos activos de absorción (Kan, 1975) Actualmente existen varias referencias en la literatura que demuestran que los D y L aminoácido son absorbidos activamente.

Según Kan (1975), las aves poseen por lo menos 3 sistemas de transporte para los aminoácidos neutros: uno para glicina, otro para metionina y aminoácidos alifáticos y un último para los demás aminoácidos.

Estos sistemas son sodio-dependientes y aparentemente no son exclusivos. Además de éstos existe un mecanismo de transporte para aminoácidos básicos y posiblemente uno para aminoácidos ácidos. Tasaki y Takahashi, citados por Bell y Freeman (1971), demostraron que la velocidad de transporte de los aminoácidos, no depende de sus pesos moleculares y que los aminoácidos con un radical R polar, son absorbidos más lentamente. Los demás aminoácidos son absorbidos con velocidad intermedia. También ya fue demostrado que los D-aminoácidos son absorbidos más lentamente que los L-aminoácidos (Gibson y Wiseman, 1951) y que los D-aminoácidos pueden inhibir o activar la absorción de los L-aminoácidos (Kan, 1975).

La absorción de los péptidos tiene una porción importante en el proceso de utilización de los aminoácidos por los animales. Esta forma de absorción favorece el proceso, pues los péptidos son absorbidos por un mecanismo no competitivo al de los aminoácidos y también son más rápidamente absorbidos.

La hidrólisis final ocurre en la superficie intestinal (borde de escoba) o por peptidasas, existentes en el citosol de las células y los tripeptidos, compiten entre sí

por la absorción y los péptidos que contienen D-aminoácidos son absorbidos más lentamente (Davenport, 1977)

### **2.3 DIGESTIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD**

Para los nutricionistas, hay considerables diferencias en el significado del término disponibilidad de aminoácidos. Para algunos digestibilidad y disponibilidad son sinónimos. Esto significa que si un nutriente que ha digerido el ave, está disponible para ser usado. Mientras esto puede ser aplicado para algunas áreas de nutrición, es inapropiado en el campo de los aminoácidos, ya que un aminoácido puede ser absorbido, pero ineficientemente utilizado. Así, debe ser considerado como disponible la porción del total de aminoácidos que es digerida y absorbida en la forma adecuada para la síntesis de proteína (Batterham, 1992). En otras palabras, la digestibilidad es igual a la diferencia entre la cantidad de aminoácidos ingeridos y excretados, mientras que la disponibilidad expresa la cantidad de aminoácidos digeridos, absorbidos y empleados en la síntesis de proteínas y en el crecimiento del animal (Machado & Penz, 1993).

Existen varios métodos para determinar digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos. Entre éstos están incluidos ensayos *in vivo* o *in vitro*, tales como métodos enzimáticos (pepsina, pancreatina, quimiotripsina y papaina), el método químico (FDNB), las pruebas microbiológicas (bacterias y protozoarios), las pruebas con insectos (*Tribolium* sp.), la prueba de aminoácidos en el plasma, el balance de nitrógeno, la disponibilidad ileal y las pruebas de crecimiento.

El método más común para estimar la digestibilidad de aminoácidos con aves, es el análisis de la dieta en las heces. Este método es una adaptación del propuesto por Sibbald & Wolynetz (1986) para la determinación de la energía metabolizable verdadera.

Raharjo & Farrell (1984), reportaron fallas en el método, como la sobre estimación de los valores de digestibilidad resultantes de la acción de los microorganismos existentes en el intestino grueso sobre la proteína no digerida, en la porción proximal del intestino delgado. Aproximadamente 25% de los aminoácidos

presentes en las heces de aves fueron estimados como de origen microbiano (Parson et al., 1982).

También las heces contienen aminoácidos provenientes de la orina (7% del total excretado). Por lo tanto el término que debería ser usado, es el de aminoácido metabolizable y no digestible. Estos autores también llaman la atención por el hecho de que las aves no absorben aminoácidos después de la región terminal del íleon y apuntan que la forma más adecuada para estimar la digestibilidad, es a través del uso de una cánula en esta región del intestino delgado, evitando que los aminoácidos sigan por el tracto intestinal. Este método es muy utilizado con cerdos. Otros autores utilizan aves colostomizadas para poder separar las heces de la orina. El uso de aves cecostomizadas en estudios de digestibilidad también ha sido una alternativa al uso de cánulas ileales. Ya que el ciego comprende la principal área del intestino grueso de las aves, su remoción eliminaría gran parte de los efectos de los microorganismos sobre los aminoácidos excretados.

Existen varios factores que afectan la digestibilidad de los aminoácidos, tales como tratamientos térmicos, factores antinutricionales, fibras y otras alteraciones físico-químicas de los alimentos que contribuyen para las variaciones de los resultados.

Zuprizal et al. (1993), trabajando con torta de soya y torta de colza, observaron que la digestibilidad verdadera de la proteína y de los aminoácidos disminuyó con el aumento de la temperatura ambiental de 21°C para 32°C.

También observaron cerca de 12% de reducción de la proteína digestible verdadera para la torta de colza y 5% para la otra de soya. El sexo no tuvo efecto sobre la digestibilidad verdadera de las tortas evaluadas. Sin embargo, para los valores de digestibilidad verdadera de los aminoácidos, las hembras parecen ser más sensibles a la temperatura que los machos, cuando son alimentadas con torta de colza. Parsons et al, (1992) demostraron que la disponibilidad de la lisina de una muestra de torta de soya, que no paso por la autoclave, fue de 82%, mientras que la disponibilidad de lisina, de una torta de soya que fue autoclavada durante 40 minutos, fue de 72%.

## **2.4 REDUCCIÓN DEL NIVEL PROTEICO DE LAS DIETAS**

La reducción de proteína de las dietas ha recibido considerable atención en la industria avícola. La suplementación con aminoácidos sintéticos, principalmente metionina (MET) y lisina (LIS), se han vuelto comunes permitiendo una moderada reducción en los niveles de proteína cruda (PC) de las dietas. Mientras tanto, la pregunta que todavía permanece sin respuesta, es cuánto puede ser bajada la PC, sin perjudicar el desempeño de las aves. Esto es menos claro cuando son considerados otros aminoácidos, además de la MET y LIS.

Han et al. (1992) demostró que pollitos con edad entre 1 y 21 días, alimentados con dietas a base de maíz y torta de soya, con 19% PC y suplementadas con MET, LIS, Treonina, Arginina y Valina, así como el aminoácido no esencial Acido Glutámico, presentaron un desempeño equivalente a aquellos alimentados con una dieta control con 23% PC. De los 22 a los 42 días de edad las aves que recibieron 16% PC, suplementadas con los mismos aminoácidos, presentaron un desempeño similar a aquellos que recibieron la dieta control con 20% PC. De igual forma no se presentaron diferencias en el tenor de grasa corporal entre las aves que recibieron dietas de baja PC, suplementadas con aminoácidos y aquellas que recibieron la dieta control. En contraste, un gran número de estudios realizados en la Universidad de Georgia (Fancher y Jensen, 1989; Inchasov et al., 1990; Colnago et al., 1991) indicaron desempeños inferiores en aves alimentadas con dietas de baja proteína, a base de maíz y torta de soya, suplementadas con aminoácidos limitantes.

El trabajo realizado por Colnago et al. (1991), disminuyendo en 1% desde 23 hasta 18% PC, mantuvo niveles mínimos de 1.2% LIS y 0.93% AAST en todas las dietas así como los niveles de Arginina, Triptofano, Treonina, Isoleucina y Valina en la misma concentración de la dieta control con 23% PC. Los resultados demostraron que hubo una disminución en la ganancia de peso con una disminución de los niveles de PC.

Colnago et al., (1991), han sugerido una necesidad de péptidos o una relación de proteína intacta proteína libre en la forma de aminoácidos sintéticos para maximizar el desempeño de pollos de engorde. Una relación mínima de 15:1 entre proteína intacta y proteína libre ha sido sugerida (Jensen, 1992 y citado por Fisher, 1993).

## **2.5 AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES**

La síntesis de proteína involucra la utilización de aminoácidos no esenciales (AANE) y de aminoácidos esenciales (AAE) durante la traducción del RNAm. Así, desde el punto de vista fisiológico, todos los aminoácidos deben ser considerados esenciales. Por lo tanto, también podría ser considerado que existe una concentración óptima o un requerimiento de AANE dentro de la célula. Si éste fuera el caso, un suministro óptimo de AANE a través de la dieta teóricamente, reduciría el catabolismo de AAE. Además, si todos los AAE fueran suministrados en la misma proporción en relación a los demás aminoácidos, cualquier posibilidad de mal balanceamiento será minimizada. Bajo tales condiciones la proteína será usada con la máxima eficiencia.

La mayoría de los trabajos hechos para evaluar los efectos de la relación de AAE:AANE sobre el desempeño animal, han sido realizados usando ratones. Estudios realizados con pollitos, alimentados con dietas a base de aminoácidos sintéticos, han demostrado que éstos son más sensibles a la relación AAE:AANE de la dieta que los ratones. Un óptimo desempeño fue observado cuando AAE fueron suministrados entre 600 y 650 g/Kg/PC (Stucki y Harper, 1961).

Bedford y Summer (1985), alimentando pollos de engorde machos, con dietas de 14, 18 y 22% PC y con cuatro concentraciones de AAE(350, 450, 550 y 650 g/Kg PC) para cada nivel proteico, demostraron que la relación de AAE:AANE tuvo un efecto cuadrático en la ganancia de peso, conversión alimenticia y en el tenor de proteína de las canales y un efecto lineal negativo en el tenor de grasa de las canales. Independiente del nivel de PC, la relación de AAE, AANE fue de 55:45. La necesidad de nitrógeno para síntesis de AANE, puede ser cubierta por la desaminación del exceso de AAE cuando esta relación se torna mayor. Entretanto, en relaciones muy altas, la tasa de desaminación de AAE puede no ser suficiente para cubrir las necesidades de síntesis de AANE (Adkins et al, 1996)

## **2.6 REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS**

Aun disponiendo de valores de aminoácidos digestibles para un buen número de ingredientes y habiéndose demostrado la ventaja de formular con ellos, su utilización estaba muy restringida, debido a la carencia de información adecuada

sobre los requerimientos de las aves por varios de los aminoácidos totales y por muchos de los digestibles.

Resulta difícil definir los requerimientos de aminoácidos de las aves, cuando se sabe que éstos están influenciados por una serie de factores, tales como la densidad calórica de la dieta, el consumo de alimento, condiciones ambientales etc. Además, se ha demostrado en los pollos de engorda, que las necesidades de aminoácidos son inferiores en las hembras que en los machos. Las líneas genéticas de más rápido crecimiento demandan más aminoácidos y también lo hacen los pollos que han sido seleccionados para un mayor desarrollo de carne magra. Finalmente, se pueden jerarquizar los requerimientos de aminoácidos de los pollos de acuerdo a los parámetros productivos y condiciones de procesamiento. Las necesidades son mayores para óptima eficiencia alimenticia, que para máximo peso corporal, pero son todavía más elevadas si se procura máximo rendimiento y calidad de la canal, alcanzando los valores más altos cuando se busca máximo rendimiento de carne de pechuga.

El problema al que se enfrenta el nutricionista, es de poder formular esta amplia variedad de dietas, necesarias para cumplir con las diferentes demandas, si la mayoría de la investigación se ha concentrado en el conocimiento de unos pocos aminoácidos, principalmente en las primeras semanas de vida de los pollos.

Los investigadores de la Universidad de Illinois en los Estados Unidos han sugerido el uso de la relación ideal de aminoácidos para solucionar este problema. El establecimiento de los requerimientos de aminoácidos, ha sido un programa permanente de investigación durante los últimos 30 años de la Universidad de Illinois. Todo ese acopio de información se ha utilizado para proponer una relación ideal entre los aminoácidos como la mejor forma de establecer los requerimientos.

## **2.7 CONCEPTO DE PROTEÍNA IDEAL**

La proteína ideal, se define como el balance exacto de aminoácidos capaces de proveer sin deficiencias ni excesos, las necesidades absolutas de todos los aminoácidos requeridos para mantenimiento y máximo aumento de la proteína corporal. En la práctica, es posible acercarse a la proteína ideal a través de una



formulación que minimice los excesos de aminoácidos indispensables, conjuntamente con el nitrógeno proteico no específico, esto reducirá la excreción de nitrógeno.

Desde el punto de vista de los requerimientos, la propuesta nutricional es que cada aminoácido indispensable se exprese en relación a un aminoácido de referencia, lo que permite estimar fácilmente los requerimientos de todos los aminoácidos cuando la exigencia del aminoácido de referencia queda establecida.

Entre los aminoácidos indispensables, la Lisina fue seleccionada como el aminoácido de referencia por las siguientes razones:

- La lisina es el primer aminoácido limitante en la mayoría de las dietas para cerdos y segundo, después de los azufrados, en la mayoría de las dietas para aves.
- La lisina se encuentra económicamente disponible en forma sintética para utilizarse en las raciones prácticas de los animales.
- A diferencia de los aminoácidos azufrados, el análisis de la lisina es simple y directo.
- A diferencia de los aminoácidos azufrados, la lisina tiene solamente una función principal en el organismo que es la del crecimiento de la proteína corporal.

Es preciso considerar tres factores importantes cuando se desea usar el concepto de proteína ideal en la formulación de raciones para aves:

- Los patrones de aminoácidos están basados en niveles de aminoácidos digestibles.
- La relación ideal de los aminoácidos se modifica en la medida que los animales aumentan en edad y peso, incrementándose la proporción de metionina, cistina, treonina y triptófano a lisina, debido a que existe una demanda mayor por estos aminoácidos para mantenimiento.
- Es fundamental tener una información precisa de los requerimientos de lisina digestible del animal en particular que se va a alimentar, ya que todo el resto de los aminoácidos estarán relacionados con la lisina.

Otro aspecto nutricional importante que también debe considerarse se refiere a la eficiencia de la conversión de metionina a cistina, la que se ha determinado en 80 a 81% en las aves. Varios investigadores han propuesto que no tiene ningún significado especificar un requerimiento por el total de aminoácidos azufrados y que más bien es necesario conocer las necesidades de metionina y cistina digestibles individualmente.

Los aminoácidos indispensables más importantes a considerar en la formulación práctica de las aves son: metionina, cistina, lisina, treonina, arginina, valina y triptófano.

### **III. PROYECTO EUROPEO DE PROTEÍNA IDEAL**

El objetivo era determinar una relación ideal de aminoácidos esenciales lisina, metionina, treonina, triptófano, arginina, valina e isoleucina y establecer la concentración de lisina adecuada para un rendimiento óptimo de broilers de dos diferentes líneas genéticas entre 20 y 40 días de edad. Los ensayos de dosis-respuesta se llevaron a cabo para cada aminoácido ensayado y se examinó la respuesta a la ganancia de peso, el índice de conversión y rendimiento de pechuga a suplementos graduados de cada aminoácido ensayado y se examinó la respuesta a la ganancia de peso, el índice de conversión y rendimiento de pechuga a suplementos graduados de cada aminoácido.

Cada experimento incluyó seis tratamientos y cuatro replicas con 32 a 48 animales cada una. Después de finalizar cada experimento entre 40 y 48 animales por tratamiento fueron analizados para un análisis de carcasa. La dieta basal consistía en maíz y harina de soja (17.2 % de proteína bruta y 3158 Kcal). Se determinó la digestibilidad verdadera fecal (TDF).

Para cada experimento la dieta basal se fortificó con todos los aminoácidos, investigados con excepción del ensayado para contener 0.58% de metionina, 0.85% de met + cis, 1.15% de lisina, 0.83% de treonina, 0.19% de triptófano, 1.17% de arginina, 0.79% de isoleucina y 0.92% de valina. En cada experimento el aminoácido ensayado se suplementó a la dieta basal en seis niveles diferentes reemplazándolo con almidón de maíz, para tener seis dietas experimentales que después se granularon.

#### **3.1 ¿QUÉ CRITERIO DEBERÍA UTILIZARSE PARA CALCULAR EL PERFIL DE AMINOÁCIDOS IDEAL?**

Aunque el índice de conversión y la deposición de carne de pechuga son económicamente los más importantes en producción de broilers, la ganancia de peso es la más apropiada para calcular la relación ideal de aminoácidos.

Reflejan mejor el concepto teórico básico de que el perfil ideal de aminoácidos debe cumplir el requerimiento del animal para deposición de proteína corporal y formación de plumas y mantenimiento sin deficiencia ni exceso. El Cuadro 1 presenta el punto de cambio y relación ideal de aminoácidos para broilers Ross e Isa.

**CUADRO 1.PUNTO DE CAMBIO Y RELACIÓN IDEAL DE AMINOÁCIDOS PARA BROILERS ROSS E ISA**

<b>Aminoácidos</b>	<b>Línea genética</b>	<b>Punto de cambio</b>	<b>Relación ideal de aminoácidos</b>
Lisina	ISA	0.85	100
Lisina	ROSS	0.87	100
Met+Cis	ROSS	0.64	75
Treonina	ISA	0.54	63
Treonina	ROSS	0.54	63
Triptófano	ROSS	0.16	19
Arginina	ROSS	0.96	112
Isoleucina	ISA	0.61	71
Valina	ISA	0.70	81

**3.2 ESTABLECIENDO LA CONCENTRACIÓN DE LISINA DE LA DIETA  
¿SOBRE QUE CRITERIO DE RENDIMIENTO DEBERÍA BASARSE?**

Una vez la relación ideal de aminoácidos está establecida respecto a la lisina, el siguiente paso es establecer el nivel de lisina en la dieta. Este paso merece algunas consideraciones serias, porque los demás, aminoácidos están relacionados al contenido de la lisina en la dieta e irán ajustadas consecuentemente. Algunos autores mostraron que los niveles de lisina de la dieta, por encima del requerimiento para un óptimo de ganancia de peso, resultan en efectos específicos positivos sobre el índice de conversión y la calidad de la carcasa (Hickling et al., 1990, Moran y Bilgili 1990, Grisoni 1991, Han y Baker 1994). Los últimos criterios son los más importantes en la economía de producción de broilers y merecen ser enfocados cuando se determina el nivel de lisina óptimo de la dieta.

**3.3 USO DEL CONCEPTO DE LA PROTEÍNA IDEAL PARA UNA FORMULACIÓN DE NIVELES DE AMINOÁCIDOS EN DIETAS DE BROILERS.**

Está reconocido que hay una serie de factores que afectan los requerimientos de pollos de engorde en crecimiento. Factores dietéticos como energía, nivel de

proteína cruda, pero también la edad del ave, genética y sexo resultan en requerimientos variables de aminoácidos. Por lo que es virtualmente imposible tomar en cuenta todas las posibles combinaciones con un experimento de dosis-respuesta y observar la respuesta a una gama de aminoácidos esenciales en forma individual. Los nutricionistas de cerdos han reconocido este problema y han desarrollado relaciones ideales de aminoácidos esenciales a lisina, como una base para calcular los perfiles de aminoácidos dietéticos. La mayor ventaja de usar el perfil de proteína ideal, es que se puede fácilmente adaptar a una multitud de situaciones, dado que las relaciones ideales se mantienen relativamente estables, independientemente de los cambios en el plano nutricional de aminoácidos. (Emmert & Baker, 1997).

Los aminoácidos deben ser descritos como relaciones expresadas en términos de digestibilidad, más que como aminoácidos totales. Tan pronto como se incluyen ingredientes diferentes a maíz y soya dentro de la dieta, es importante considerar las diferencias en digestibilidad y consecuentemente realizar la formulación de raciones basadas en el contenido de aminoácidos digestibles. Anteriores esfuerzos para especificar la proteína ideal en pollos de engorde, fueron realizados por las investigaciones de los grupos del Dr. Boorman de la Universidad de Nottingham y más recientes por el Dr. Baker de la Universidad de Illinois.

Existen tres componentes mayores que determinan el óptimo perfil de los aminoácidos esenciales:

- El requerimiento neto para la formación de proteína corporal y plumas.
- El requerimiento de mantenimiento.
- La utilización de aminoácidos digestibles para la formación de proteína.

Basados en la evidencia experimental y además de ciertas consideraciones sobre los requerimientos netos para ciertas funciones metabólicas específicas, sería justificable poner el perfil de la Proteína Ideal de pollo de engorde para varias edades. Está claro que dicho perfil debe basarse más bien en los aminoácidos digestibles que en los totales. Se reconoce también que el óptimo perfil varía de acuerdo a la edad del ave. Tomando estos factores en cuenta, nuestra estimación actual para una proteína ideal para diferentes edades en pollos de engorde se asumen en el Cuadro 2. Estas recomendaciones se derivan del perfil de Illinois

para aves jóvenes, con algunas modificaciones. Los valores de las relaciones más difíciles de predecir son las de los aminoácidos azufrados, dado que son más variables debido al efecto del emplume. Una serie de relaciones de aminoácidos esenciales a lisina necesitan una posterior evaluación y asegurarse de que el orden de su limitación sea descrito para varios tipos de alimentos.

**CUADRO 2. PROTEÍNA IDEAL PARA POLLOS DE ENGORDE DE DIFERENTES EDADES**

<b>Aminoácidos</b>	<b>0-14 días</b>	<b>14-35 días</b>	<b>&gt; 35 días</b>
Lisina	100	100	100
Met+Cist	74	78	82
Metionina	41	43	45
Treonina	66	68	70
Triptófano	16	17	18
Arginina	105	107	109
Valina	76	77	78
Isoleucina	66	67	68
Leucina	107	109	111

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

Esta prueba se realizó en las instalaciones de la granja experimental Alberto, Propiedad de la empresa Redondos S.A.

### **4.2 ANIMALES EXPERIMENTALES**

Para la fase experimental, se utilizaron un total de 1,120 pollos (560 pollos BB machos y 560 pollos BB hembras), de un día de nacidos de la línea Cobb 500. Se repartieron en 7 tratamientos de cuatro repeticiones cada uno (2 repeticiones machos y 2 repeticiones hembra), cada repetición constaba de 40 pollos.

### **4.3 MANEJO DESANIDAD**

El suministro del alimento y el agua fueron *ad libitum*. La fuente de calor se utilizó hasta la tercera semana de edad, momento en que se trasladaron las aves a las jaulas de crecimiento – acabado, también se suministró en el agua de bebida complejo B, al momento de llegar y luego de cada pesaje.

### **4.4 TRATAMIENTOS**

Para el presente trabajo de investigación se establecieron 7 tratamientos, un control (que era el programa de alimentación comercial vigente en ese momento) y seis correspondientes a las dos tablas de proteína ideal con sus tres niveles de suplementación de aminoácidos digestibles 110, 100 y 90%, los cuales fueron distribuidos de la siguiente forma:

Tratamiento 1: Dieta control.

Tratamiento 2: Dieta Baker 110%

Tratamiento 3: Dieta Baker 100%

Tratamiento 4: Dieta Baker 90%

Tratamiento 5: Dieta Mack 110%

Tratamiento 6: Dieta Mack 100%

Tratamiento 7: Dieta Mack 90%

#### 4.5 DIETAS EXPERIMENTALES

Las dietas evaluadas se formularon según la proteína ideal propuesta por Baker y Mack, para las etapas de preinicio, engorde y acabado. (Cuadro 4 y 5).

Los Cuadros 6, 7 y 8 presentan las formulas y el contenido nutricional estimado para las dietas control, Baker y Mack respectivamente.

#### 4.6 ALIMENTACIÓN

Todo el alimento fue peletizado y se brindó *ad libitum* para cada etapa. El Cuadro 3 presenta el programa de alimentación utilizado.

**CUADRO 3. PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN**

<b>Alimentos</b>	<b>Edad</b>
Pre inicio Kr 1	0-9
Engorde Kr 3	10-21
Terminador P 5/32	22-VTA



**CUADRO 4.    PROTEÍNA IDEAL EN FORMULACIÓN DE BROILERS  
(BAKER)**

Aminoácidos		Pre inicio		
		90	100	110
Lisina	100	1.15	1.28	1.41
Met + Cis	74	0.85	0.95	1.04
Metionina	41	0.47	0.52	0.58
Treonina	66	0.76	0.84	0.93
Triptófano	16	0.18	0.20	0.23
Arginina	105	1.21	1.34	1.48
Valina	76	0.88	0.97	1.07
Isoleucina	66	0.76	0.84	0.93
Leucina	107	1.23	1.37	1.51

Aminoácidos		Engorde		
		90	100	110
Lisina	100	1.05	1.17	1.29
Met + Cis	76	0.80	0.89	0.98
Metionina	42	0.44	0.49	0.54
Treonina	67	0.71	0.78	0.86
Triptófano	16.5	0.17	0.19	0.21
Arginina	106	1.12	1.24	1.36
Valina	76.5	0.81	0.90	0.98
Isoleucina	66.5	0.70	0.78	0.86
Leucina	108	1.14	1.26	1.39

Aminoácidos		Terminado		
		90	100	110
Lisina	100	0.91	1.01	1.11
Met + Cis	82	0.75	0.83	0.91
Metionina	45	0.41	0.45	0.50
Treonina	70	0.64	0.71	0.78
Triptófano	18	0.16	0.18	0.20
Arginina	109	0.99	1.10	1.21
Valina	78	0.71	0.79	0.87
Isoleucina	68	0.62	0.69	0.76
Leucina	111	1.01	1.12	1.23

**CUADRO 5.    PROTEÍNA IDEAL EN FORMULACIÓN DE BROILERS  
(S. MACK)**

Aminoácidos		Pre inicio		
		90	100	110
Lisina	100	1.15	1.28	1.41
Met + Cis	71	0.82	0.91	1
Metionina	39	0.45	0.5	0.55
Treonina	59	0.68	0.76	0.83
Triptófano	18	0.21	0.23	0.25
Arginina	108	1.24	1.38	1.52
Valina	79	0.91	1.01	1.11
Isoleucina	69	0.79	0.88	0.97
Leucina				

Aminoácidos		Engorde		
		90	100	110
Lisina	100	1.05	1.17	1.29
Met + Cis	73	0.77	0.85	0.94
Metionina	40	0.42	0.47	0.51
Treonina	61	0.64	0.71	0.79
Triptófano	18.5	0.19	0.22	0.24
Arginina	110	1.16	1.29	1.42
Valina	80	0.84	0.94	1.03
Isoleucina	70	0.74	0.82	0.90
Leucina				

Aminoácidos		Terminado		
		90	100	110
Lisina	100	0.91	1.01	1.11
Met + Cis	75	0.68	0.76	0.83
Metionina	41	0.37	0.41	46.7
Treonina	63	0.57	0.64	0.21
Triptófano	19	0.17	0.19	1.24
Arginina	112	1.02	1.13	0.9
Valina	81	0.74	0.82	0.79
Isoleucina	71	0.65	0.72	0.76
Leucina				

**CUADRO 6. FORMULACIÓN DE LA DIETA CONTROL Y CONTENIDO NUTRICIONAL ESTIMADO PARA LAS ETAPAS DE INICIO, CRECIMIENTO Y ACABADO**

<b>Ingredientes</b>	<b>Pre Inicio</b>	<b>Engorde</b>	<b>Terminado</b>
Maíz	492.400	625.000	693.990
Torta de soya americana	171.000	223.900	179.300
Hna de pescado	40.300	37.400	37.700
Soya integral	244.800	58.700	30.000
Aflaban	2.000	2.000	2.000
Caolín	5.000	5.000	5.000
Carb Calcio	6.500	9.000	9.200
Alimet			2.610
Bentonita	5.000	10.000	10.000
Fosbic	17.200	12.400	11.700
Aceite de soya			7.700
C.colina t5%	0.800	1.600	0.800
Premezcla	15.000	15.000	10.000
<b>Nutrientes</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>
EM Kcal	3050	2900	3000
Proteína	23.77	19.93	18.14
Lisina	1.45	1.3	1.13
Lisina D.	1.28	1.17	1.01
M + C	1.05	0.98	0.9
M + C D	0.95	0.9	0.83
f 30%	0.5	0.41	0.39
Calcio	0.95	0.9	0.87
Sodio	0.25	0.8	0.15
Cloro	0.14	0.14	0.14
Potasio	0.91		
Arginina	1.59		
Meq	300.22	231.57	190.58
<b>Pre mezcla</b>			
Lisina 78%	0.950	2.120	1.610
Bicarbonato de sodio	6.000	3.204	2.110
Betafin	1.000	0.470	0.450
di metionina	2.820	2.070	
Feed curb	0.150	0.150	0.150
Nicarbazina	0.500	0.500	
Coxistac 12%			0.500
Lut min	1.200	1.000	1.000
Prem vit	1.250	1.000	1.000
Actigrow	0.100	0.100	0.100
Suldato de cobre	0.500	0.500	0.500
Pajilla de arroz	0.530	3.886	2.580
	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>	<b>15.000</b>

**CUADRO 7. FORMULAS DE LA DIETA BAKE (AL 110%, 100% Y 90% DE PROTEÍNA IDEAL) Y CONTENIDO NUTRICIONAL ESTIMADO PARA LAS ETAPAS DE INICIO, CRECIMIENTO Y ACABADO**

Ingredientes	BAKER 110%			BAKER 100%			BAKER 90%		
	Pre Inicio	Engorde	Terminado	Pre Inicio	Engorde	Terminado	Pre Inicio	Engorde	Terminado
Maíz	431.000	529.900	574.900	483.200	556.500	621.660	556.900	618.200	669,770
Torta de soya americana	215.800	275.800	285.300	200.600	270.200	247,700	179.000	250.900	207.800
Hna de pescado	39.800	27.000	27.200	39.700	26.900	30.000	39.700	26.900	30.000
Soya integral	262.300	112.7000	30.000	225.000	90.500	27 400	177 400	47.700	27 600
Atiaban	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2,000	2.000	2.000	2.000
Caolín	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5,000	5.000	5.000	5.000
Carb Calcio	6.400	8.600	8.800	6.600	8.700	8,900	6.900	8.900	9.000
Alimet			3.800			1,940			1.430
Bentonita	5.000	10.000	10.000	5.000	10.000	10,000		10.000	10.000
Fosbic	16.900	12.400	12.600	17.100	13.600	12,700	17 300	13.800	12.900
Aceite de Soya			29.600			21.900			13.700
C.colina 75%	0.800	1.600	0.8000	0.800	1.600	0,800	0.800	1,600	0,800
Premezcla	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	15,000	15.000	15.000	10.000
<b>NUTRIENTES</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000.000</b>	<b>1000,000</b>
EM Kcal	3050	2900	3000	3050	2900	3000	3050	2900	3000
Proteína	26.62	23.75	21.42	24.88	22.84	21.42	22.6	20.8	18.48
Lisina	1.61	1.45	1.25	1.46	1.32	1.25	1.31	1.19	1.03
Lisina D.	1.41	1.29	1.11	1.28	1.17	1,11	1.15	1.05	0.91
M + C	1.15	1.07	0.99	1.06	0.98	0.99	0.94	0.88	0.82
M + C D	1.04	0.98	0.91	0.95	0.89	0.91	0.85	08	3.75
Treonina D	0.93	0.86	0.78	0.84	0.78	0.71	0.76	0.71	0.64
f 30%	0.5	0.41	0.39	0.5	0.71	0.39	0.5	0.41	0.39
Calcio	0.95	0.9	0.87	0.95	0.9	0.87	0.95	0.9	0.87
Sodio	0.25	0.18	0.15	0.25	0.18	0.15	0.25	0.18	0.15
Cloro	0.14	0.14	0.12	0.14	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12
Meq	302.45	274.13	235.48	284,38	264.87	235.48	260.33	243.33	206.11
<b>PRE MEZCLA</b>									
Lisina 78%	0.490	0.880		0.110			0.170		
L-Treonina			0.560			0.370			
Bicarbonato de sodio	4.470	3.670	2.590	4.470	3.670	2.570	4.470	3.670	2.570
Betafin	1.000	0.500	0.540	1.000	0.450	0.650	1.000	0.450	0,650
di metionina	2.700	1.990		2.200	1.390		1.800	1.390	
Feed curb	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0,150
Nicarbazina	0.500	0.500		0.500	0.500		0.500	0.500	
Coxistac 12%			0.500			0.500			0.500
Lut min	1.200	1.000	1.000	1.200	1.000	1.000	1.200	1.000	1.000
Prem vit	1.250	1.000	1.000	1.250	1.000	1.000	1.250	1.000	1.000
Actigrow	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0,100	0.100	0.100
Sulfato de cobre	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0,500	0.500	0.500
Pajilla de arroz	2.640	4.710	3.150	3.520	6.240	3.160	3.860	6.240	3.530
	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000

**CUADRO 8. FÓRMULAS DE LA DIETA MACK (AL 1110%, 100% Y 90% DE PROTEÍNA IDEAL) Y CONTENIDO NUTRICIONAL ESTIMADO PARA LAS ETAPAS DE INICIO, CRECIMIENTO Y ACABADO**

Ingredientes	MACK 110%			MACK 100%			MACK 90%		
	Pre Inicio	Engorde	Terminado	Pre Inicio	Engorde	Terminado	Pre Inicio	Engorde	Terminado
Maíz	468.100	536.600	589.200	544.700	590.200	645.270	597.600	643.600	689.430
Torta de soya americana	204.100	273.500	274.700	179.000	256.600	228.300	163.200	241.300	191.700
Hna de pescado	38.800	27.000	30.000	38.900	20.200	27.500	39.800	26.900	30.000
Soya integral	242.700	107.200	27.200	190.500	76.100	30.000	152.300	31.700	27.700
Atiaban	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Caolín	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Carb Calcio	6.500	8.600	8.500	6.800	8.700	9.000	7.000	9.000	9.100
Alimet			2.800			1.330			0.870
Bentonita		10.000	10.000		10.000	10.000		10.000	10.000
Fosbic	17.000	13.500	12.600	17.300	14.600	12.800	17.400	13.900	13.000
Aceite de Soya			27.200			18.000			10.400
C.colina 75%	0.800	1.600	0.800	0.800	1.600	0.800	0.800	1.600	0.800
Premezcla	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000
<b>NUTRIENTES</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>
EM Kcal	3050	2900	3000	3050	2900	3000	3050	2900	3000
Proteína	25.54	23.46	20.99	22.88	21.45	19.24	21.22	19.93	17,86
Lisina	1.6	1.45	1.25	1.45	1.31	1.13	1.3	1.18	1,02
Lisina D.	1.41	1.29	1.11	1.28	1.17	1.01	1.15	1.05	0.91
M + C	1.11	1.03	0.91	1.01	0.93	0.83	0.91	0.84	0.74
M + CD	1	0.94	0.83	0.91	0.85	0.76	0.82	0.77	0.68
Treonina D	0.86	0.79	0.71	0.77	0.72	0.65	0.71	0.67	0.6
f 30%	0.5	0.41	0.39	0.5	0.41	0.39	0.5	0.41	0.39
Calcio	0.95	0.9	0.87	0.95	0.9	0.87	0.95	0.9	0.87
Sodio	0.25	0.18	0.15	0.2	0.18	0.15	0.2	0.18	0.15
Cloro	0.14	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12	0.14	0.12	0.12
Meq	291.37	271.47	231.56	264.44	254.32	213.87	245.84	234.26	200.02
<b>PRE MEZCLA</b>									
Lisina 78%	1.280	1.070	0.410	1.540	1.140	0.620	1.200	0.650	0.510
L-Treonina									
Bicarbonato de sodio	4.500	3.670	2.570	4.500	3.970	2.560	4.470	3.670	1.310
Betatin	1.000	0.500	0.650	1.000	0.450	0.600	1.000	0.400	0.550
di metionina	1.800	1.600		2.300	1.290		1.800	0.990	
Feed curb	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Nicarbazina	0.500	0.500		0.500	0.500		0.500	0.500	
Coxistac 12%			0.500			0.500			0.500
Lut min	1.200	1.000	1.000	1.200	1.000	1.000	1.200	1.000	1.000
Prem vit	1.250	1.000	1.000	1.250	1.000	1.000	1.250	1.000	1.000
Actigrow	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0,1000
Sulfato de cobre	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Pajilla de arroz	2.720	4.910	3.120	1.960	4.900	2.970	2.830	6.040	4.380
	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000	15.000	15.000	10.000

## 4.7 PARÁMETROS EVALUADOS

### 4.7.1 Peso vivo y ganancia de peso

Al iniciar la fase experimental, a los 22 y 42 días, se tomó el peso de los pollos en cada unidad experimental, siendo este el peso inicial del experimento. Para tal efecto se utilizó una balanza con capacidad de 5,000 g y precisión de 1gr. Posteriormente el peso vivo fue controlado semanalmente. La ganancia de peso se obtuvo por diferencia del peso vivo inicial y el que se tomó en cada semana.

### 4.7.2 Consumo de alimento

El alimento fue proporcionado diariamente *ad libitum* y se controló la cantidad ofrecida así como el residuo y por diferencia se determinó el consumo real.

### 4.7.3 Conversión alimenticia

Se obtuvo la conversión alimenticia semanal y acumulada de los tratamientos, tanto para la etapa de crecimiento como para la de acabado, mediante la siguiente fórmula:

$$CAA = \frac{\text{Consumo semanal de alimento}}{\text{Ganancia semanal de peso}}$$

$$CAA = \frac{\text{Consumo acumulado de alimento}}{\text{Ganancia de peso acumulado}}$$

### 4.7.4 Evaluación de camal

Se realizó la evaluación de los siguientes parámetros: peso granja, peso camal, peso pelado, peso carcasa, % carcasa, peso cabezas, peso patas, peso hig + cor, peso molleja limp, peso alas, peso pechuga, % pechuga, peso piernas y encuentro, % pierna y encuentro, peso espinazo.

#### 4.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos Control, Baker 110%, Baker 100%, Baker 90%, Mack 110%, Mack 100% y Mack 90% con cuatro repeticiones cada uno. Para la comparación de promedios de los parámetros se empleó la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) (Calzada 1984). Para el análisis estadístico se utilizó el *Software* Statistical Analysis System (SAS, 1998). El modelo aditivo lineal matemático es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ tratamientos} \\ j=1, 2, 3, 4 \text{ repeticiones} \end{array}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Variable respuesta que se obtiene de la unidad experimental que recibió el  $i$ -ésimo tratamiento y la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Media aritmética general de la población

$t_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Efecto de la  $j$ -ésima unidad experimental a la que se le aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento (error experimental).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 PESO VIVO

Los resultados del peso vivo y ganancia de peso a los 21 y 45 días para machos y hembras se muestran en los Cuadros 9 y 10 y en los Gráficos 1 y 2. El Anexo 1, se muestra los pesos y ganancias de pesos obtenidos semanalmente para machos y hembras.

Las aves tanto machos como hembras, iniciaron con similar peso. El análisis de variancia, no muestra diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) para los pesos en machos, pero al análisis de Duncan se encontraron diferencias entre los tratamientos de Mack 100% y Baker 110 % para la etapa de 21 días, luego en la etapa final de 45 días con Duncan se encontró diferencias entre los tratamientos Mack 100 % y Baker 110 %.

El análisis de variancia no muestra diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) para los pesos en hembras. y en la prueba de Duncan se encontró diferencias estadísticas para el tratamiento Baker 110 % para los 21 días y a los 45 días no se encontró diferencias estadísticas en el análisis de variancia pero en la prueba de Duncan se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos Baker 90% y los y tratamientos control y Mack 90%.

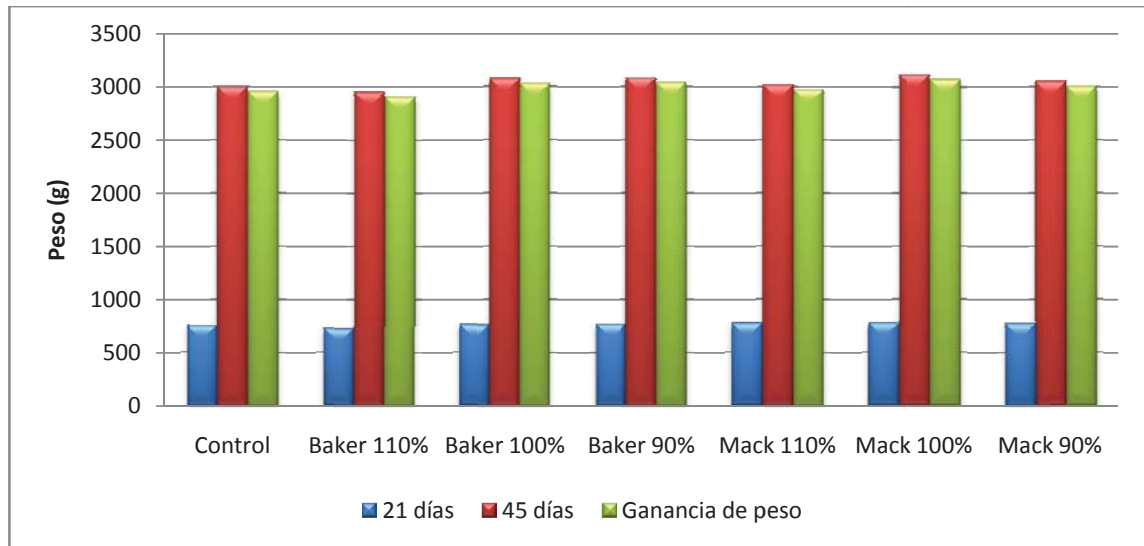
**CUADRO 9. PESO VIVO EN MACHOS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

Tratamientos	Peso Vivo (g)			
	1 día	21 días	45 días	Ganancia de peso
Control	44a	765ab	3005ab	2961ab
Baker 110%	44a	733b	2958b	2914b
Baker 100%	44a	768a	3080ab	3036ab
Baker 90%	44a	774a	3090ab	3046ab
Mack 110%	44a	779a	3023ab	2979ab
Mack 100%	44a	783a	3123a	3079a
Mack 90%	44a	780a	3055ab	3011ab

<sup>a, b</sup> en la misma columna expresan diferencias significativas



**GRÁFICO 1. PESO VIVO EN MACHOS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

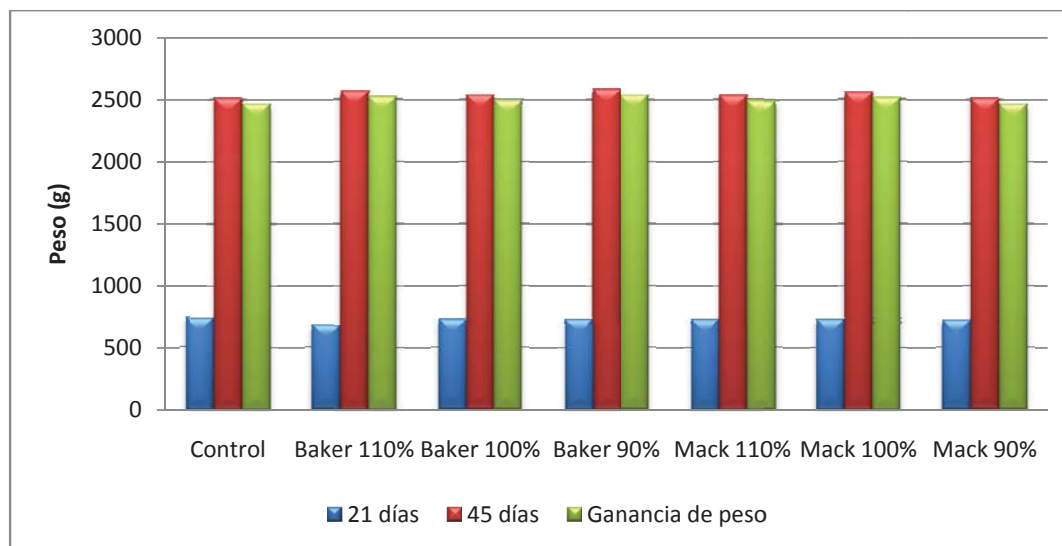


**CUADRO 10. PESO VIVO EN HEMBRAS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

Tratamientos	Peso Vivo (g)			
	1 día	21 días	45 días	Ganancia de peso
Control	44a	745ab	2515ab	2471ab
Baker 110%	44a	686b	2570b	2526b
Baker 100%	44a	731a	2543ab	2499ab
Baker 90%	44a	736a	2588ab	2544ab
Mack 110%	44a	734a	2538ab	2494ab
Mack 100%	44a	734a	2560a	2516a
Mack 90%	44a	725a	2515ab	2471ab

<sup>a, b</sup> en la misma columna expresan diferencias significativas

**GRÁFICO 2. PESO VIVO EN HEMBRAS A LOS 21 Y 45 DÍAS**



## 5.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Los resultados del consumo de alimento acumulado a los 21 y 45 días para machos y hembras se muestran en los cuadros 11 y 12 y en las Gráficoos 3 y 4. El Anexo 2, muestra el consumo de alimento acumulado obtenido semanalmente para machos y hembras.

El análisis de variancia no muestra diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) para el consumo acumulado de alimento en machos. Numéricamente se observa la tendencia que el tratamiento Mack 100% muestra hasta 5% mayor consumo de alimento acumulado en comparación al tratamiento Baker 110%, lo cual explica el mayor peso obtenido en el tratamiento mencionado.

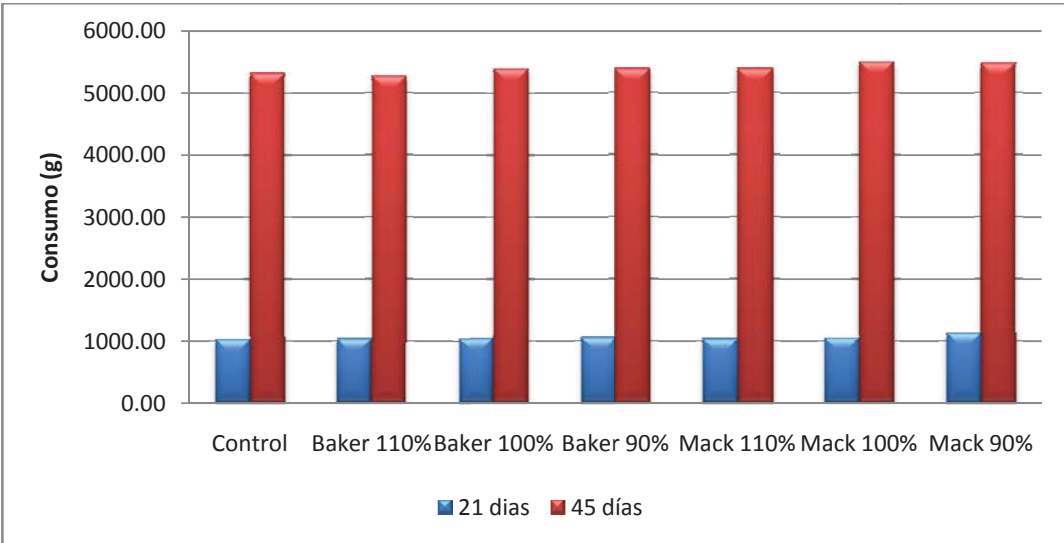
El análisis de variancia no muestra diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) para el consumo acumulado de alimento en hembras. Numéricamente se observa la tendencia que el tratamiento Baker 110% muestra hasta 2% mayor consumo de alimento acumulado en comparación al tratamiento Baker 100%.

**CUADRO 11. CONSUMO DE ALIMENTO EN MACHOS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

Tratamientos	Consumo de alimento	
	21 días	45 días
Control	1031.03a	5329.80a
Baker 110%	1040.39a	5274.34a
Baker 100%	1049.80a	5404.08a
Baker 90%	1058.50a	5391.42a
Mack 110%	1036.35a	5391.99a
Mack 100%	1056.77a	5511.41a
Mack 90%	1133.44a	5480.02a

<sup>a</sup> en la misma columna expresan igualdad estadística

**GRÁFICO3. CONSUMO DE ALIMENTO EN MACHOS A LOS 21 Y 45 DÍAS**



**CUADRO 12. CONSUMO DE ALIMENTO EN HEMBRAS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

Tratamientos	Consumo de alimento	
	21 días	45 días
Control	1009.44a	4744.32a
Baker 110%	982.26a	4774.14a
Baker 100%	996.15a	4723.11a
Baker 90%	982.64a	4731.84a
Mack 110%	979.80a	4713.66a
Mack 100%	986.70a	4730.08a
Mack 90%	1048.74a	4769.03a

<sup>a</sup> en la misma columna expresan igualdad estadística

**GRÁFICO4. CONSUMO DE ALIMENTO EN HEMBRAS A LOS 21 Y 45 DÍAS**

