

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**Comparación de parámetros productivos de pollos
parrilleros
alimentados con Sorgo Vs. Maíz.**

Alumno: Franco Onnainty

DNI: 31591686

Director: MSc. Méd. Vet. Raúl D. Miazzo

Río Cuarto – Córdoba

Febrero, 2009

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Comparación de parámetros productivos de pollos parrilleros alimentados con Sorgo Vs. Maíz.

Autor: Franco Onnainty

DNI: 31591686

Director: MSc. Méd. Vet. Raúl D. Miazzo

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaria Académica: ____/____/____.

Secretario Académico

INDICE:

RESUMEN.....	4
SUMARY.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
HIPÓTESIS.....	13
OBJETIVOS GENERALES.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

RESUMEN:

Se evaluó la utilización de sorgo reemplazando al maíz, en la alimentación de pollos parrilleros de 0 a 40 días de vida. Para ello se utilizaron 120 pollos de la línea Ross, a los cuales se los dividió en dos tratamientos, con 6 repeticiones, de 10 aves cada una. El alimento de iniciación contenía 3100 Kcal/Kg EM para ambos tratamientos, 21,55% y 21,44% de PB para las dietas a base de sorgo y maíz respectivamente. El alimento de terminación contenía 3150 y 3225 Kcal/Kg EM, 18.4% y 17.75% de PB para las dietas a base de sorgo y maíz respectivamente. Los datos fueron evaluados, sobre un diseño completamente al azar, analizándose a través de un ANOVA y posterior test de Tukey, considerándose diferencias significativas $p \leq 0,05$. En los resultados no se obtuvo diferencias significativas para el consumo de alimento (3509,33 g \pm 160,16 g vs 3524,83 g \pm 107,4 g para sorgo y maíz respectivamente) ($p > 0,10$), en lo que respecta al peso vivo no hubo diferencias significativas pero si se observó una tendencia a favor del maíz (1691,67 g \pm 101,72 g vs. 1783,33 g \pm 102,45 g para sorgo y maíz respectivamente) ($p > 0,05$), en lo que respecta a la conversión alimenticia se observó la misma tendencia que en el caso anterior (2,08 \pm 0,11 vs 1,98 \pm 0,13 para sorgo y maíz respectivamente) ($p > 0,10$).

PALABRAS CLAVES: sorgo, pollos parrilleros, consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia.

SUMMARY:

An experiment was conducted to evaluate of sorghum to replace corn in broiler diets, from 0 to 40 days of life. It was used for 120 chickens Ross, which is divided into two treatments, with 6 repetitions of 10 birds each one. The starter containing 3100 Kcal/kg EM for both treatments, 21.55% and 21.44% PB to the diet with sorghum and corn respectively. The finisher containing 3150 and 3225 Kcal/kg EM, 18.4% and 17.75% PB to the diet of sorghum and corn respectively. An ANOVA test was applied to a completely randomized design followed by a Tukey test. Differences significant were $p \leq 0,05$. In the result was not significant differences for feed consumption (3509.33 g \pm 160.16 g vs 3524.83 g \pm 107.4 g for sorghum and corn respectively) ($p > 0.10$), with regard to live weight, there was no significant difference but if I see a trend for corn (1691.67 g \pm 101.72 g vs. 1783.33 g \pm 102.45 g for sorghum and corn respectively) ($p > 0.05$), with respect to feed conversion was observed the same trend as in the previous case (2.08 \pm 0.11 vs. 1.98 \pm 0.13 for sorghum and corn respectively) ($p > 0.10$).

KEY WORDS: sorghum, broilers, feed consumption, live weight, feed conversion.

INTRODUCCIÓN:

A nivel mundial, el sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench) constituye uno de los cereales que experimenta cada día mayor relevancia agronómica, dadas sus características genóticas que le permiten ser cultivado incluso bajo condiciones edafoclimáticas adversas, en las cuales difícilmente podrían desarrollarse otros cultivos de cereales (Jaramillo, 2005).

Es originario de los trópicos de África y Asia, en donde crece en suelos y climas cálidos, condiciones ideales para su desarrollo. Gracias a la ingeniería genética se han obtenido materiales híbridos que han posibilitado la extensión de su área de cultivo a regiones donde las temperaturas del suelo suelen ser frías al momento de la siembra (SAGPyA, 2004).

En nuestro país, a pesar de disponer de una importante amplitud ecológica para su cultivo, la superficie dedicada a la producción de sorgo experimentó a partir de la década del 80 una etapa de franca disminución debido a los bajos precios percibidos por el productor al momento de su venta, aunque ésta no fue la única causa de su paulatino retroceso. En años recientes, se produjo un desplazamiento de la isohieta de los 700 mm hacia el oeste del territorio nacional, por cambios en el régimen de lluvias, por lo que se comenzó a sembrar maíz en áreas en las cuales anteriormente solo se podía cultivar sorgo (SAGPyA, 2004).

Su zona ecológica se extiende aproximadamente entre los 22° y 40° de latitud sur, delimitada hacia el oeste por la isohieta de 500 mm. de precipitación anual (SAGPyA, 2004).

En muchas zonas, el maíz es la fuente predominante de energía de los alimentos avícolas principalmente por su abundancia, bajo costo y alta digestibilidad (North y Bell, 1993).

Sin embargo, el sorgo puede ser cultivado en zonas que resultan demasiado secas o demasiado cálidas para una producción exitosa del maíz. Además, el sorgo posee la habilidad de permanecer dormido durante los periodos de sequía y luego reanudar su crecimiento. La dormancia ocurre porque sus hojas se enrollan y presenta una superficie de menor exposición a la transpiración (FAUBA, 2004). Por otra parte tiene un sistema radical que duplica al del maíz. De esta manera es muy eficiente en la conversión de agua en materia seca (FAUBA, 2004). Además, se desarrolla bien en suelos alcalinos y soporta algo de sal (Guerrero García, 1999).

El sorgo juega un rol muy importante a la hora de recuperar suelos, gracias al volumen y la calidad de rastrojo que aporta, lo que implica una mayor incorporación de

materia orgánica. Además, su sistema de raíces favorece la estructuración del suelo y es un cultivo que se adapta muy bien a sistemas mixtos (FAUBA, 2004).

Por otra parte, debido a su rusticidad, es un cultivo que brinda gran seguridad de producción, lo cual constituye un factor de estabilidad en los sistemas productivos. Además, presenta un menor costo de producción que el maíz y su cultivo ofrece mayor simplicidad operativa (FAUBA, 2004).

México ocupa el primer lugar en producción de sorgo y ha alcanzado el record de rendimiento en el cultivo del grano de hasta 17 toneladas por hectárea, (SAGARPA, 2004).

Aunque, tienen algo de mal sabor, puede utilizarse en forma efectiva para reemplazar hasta dos tercios la proporción del cereal de la dieta. En aves, si el alimento esta peletizado el porcentaje puede ser mayor. El sorgo es comparable con el maíz en valor nutritivo, exceptuando que no tiene actividad de provitamina A, ni xantofilas, pigmento que origina el color amarillo en la piel de pollos y en la yema de los huevos, (North y Bell, 1993).

Una de las características particulares del grano de sorgo, está dada en la capacidad que tienen algunos cultivares de desarrollar cantidades relativamente grandes de taninos condensados (TC), que se localizan principalmente en el pericarpio. Estas sustancias están compuestas por polímeros de unidades de catequina unidas por enlaces débiles C-C y son capaces de unirse y precipitar proteínas en medio acuoso (FEDNA, 2003).

Los taninos comprenden un grupo de compuestos fenólicos vegetales, que abarca a los ácidos gálico, p-cumárico, los flavanos de 15 átomos de carbono y la lignina. Los taninos hidrolizables tienen un núcleo compuesto por un glúcido eterificado con ácidos carboxílicos fenólicos. Los llamados condensados (proantocianidinas) son polímeros no ramificados de hidroxiflavonoles. Ambos grupos de taninos (hidrolizables y condensados) son muy reactivos debido a la gran cantidad de hidroxilos fenólicos que poseen. Estos son susceptibles a formar puentes de hidrógeno que dan lugar a asociaciones reversibles con otras moléculas, especialmente con los péptidos (Fernández, 2002).

De acuerdo a la contenido de taninos que posee el grano de sorgo se clasifican en bajos, medios y altos (cuadro N°1).

CUADRO 1: Contenido de taninos y su equivalente en catequina.

Contenido de taninos	Equivalente catequina(%)
BAJO	menos de 0.95
MEDIO	0.95 a 1.90
ALTO	más de 1.90

Adaptado de Biagro, (2006)

A partir de la cantidad de taninos del grano Lessire y Conan (1990) (Citado por FEDNA, 2003), desarrollaron una ecuación de predicción del valor energético para aves.

$$EM \text{ (Mcal/Kg MS)} = 3,87 - 0,40 \text{ taninos (\%MS)}$$

La capacidad de ligar o coagular las proteínas dietéticas y con ello reducir su digestibilidad, es quizás la propiedad de mayor implicancia biológica de este tipo de sustancia.

La cantidad de proteínas ligadas por los TC, pueden llegar hasta 12 veces su peso. Esto significa que en sorgos con alto tenor de TC, puede precipitar más proteína que la contenida en el grano (Laboratorio Biagro, 2006).

Se ha sugerido que pueden inhibir proteínas endógenas (del animal), como las enzimas microbianas o digestivas alterando los procesos digestivos. Sin embargo, las evidencias no son contundentes (Laboratorio Biagro, 2006)

En la formulación de dietas para aves de corral, el valor nutritivo del sorgo si se compara con el del maíz, posee un mayor contenido de proteína cruda, pero en aminoácidos esenciales tiene menos lisina, metionina y treonina y un contenido energético inferior en un 4% (NRC, 1994). Aunque el sorgo tiene mayor contenido de proteína cruda que el maíz, es menos digestible y su digestibilidad esta asociada al contenido de taninos presentes (Reyes *et al.*, 2000).

Los sorgos graníferos, de los cuales existen muchas variedades, poseen un valor nutritivo de aproximadamente el 95-97% del maíz.

La proporción de albúminas, globulinas, prolamina (kafirina) y glutelinas es de un 5,7; 7,1; 52,7 y 34,4%, respectivamente. Las proteínas del endospermo (prolamina y glutelinas) son ricas en prolina, ácido glutámico y aspártico, y deficitarias en lisina y treonina. Existen variedades seleccionadas por su contenido en lisina (52% superior a la media), pero son poco productivas (FEDNA, 2003).

Algunos autores indican que la proteína del grano de sorgo presenta un bajo contenido de aminoácidos esenciales, particularmente lisina y triptófano en relación a su contenido de aminoácidos no esenciales. Sin embargo, hay que señalar, que la proteína de los cereales en general, incluyendo el maíz, es pobre en aminoácidos esenciales como consecuencia del predominio de la fracción de prolaminas dentro de la proteína del grano. En este sentido, el contenido promedio de aminoácidos, cuando se comparan con el maíz, muestran una composición similar entre ambos cereales (Jaramillo *et al.*, 1993).

Numerosos estudios han reportado efectos detrimentales del crecimiento de pollos de engorde cuando estos consumen dietas estructuradas con sorgos altos en taninos (Chang y Fuller, 1964; Connor *et al.*, 1969; Rostagno *et al.*, 1973; Armstrong *et al.*, 1974; Nelson *et al.*, 1975; Elkin *et al.*, 1978; Trindade *et al.*, 1978; Jaramillo, 1991, 1994; Jaramillo y Peña 1988-1996; Citados por Jaramillo, 2005). Igualmente, en gallinas ponedoras los estudios de Fry *et al.* (1972), Armanious *et al.* (1973) y Muindi y Tomke (1981), entre otros (Citados por Jaramillo, 2005), reflejan el efecto antinutricional de estos compuestos, el cual puede medirse a través de un deterioro de la producción de huevos (%) y conversión alimenticia (Kg alimento/Kg huevos). Es de hacer notar, que los efectos negativos más notorios se observan cuando las aves reciben dietas con niveles de proteína que no satisfacen las exigencias nutricionales, tanto para la síntesis de tejido corporal como para la producción de huevos (Jaramillo, 2005).

Entre los efectos antinutricionales de los taninos, se mencionan, depresión del crecimiento, disminución del consumo de alimento y pobre conversión alimenticia, al verse afectada la utilización de energía y proteína, ya que presenta una disminución en la actividad de enzimas digestivas, además de disminuir la digestibilidad de la mayoría de los aminoácidos esenciales (Reyes *et al.*, 2000).

Su uso, como el principal ingrediente energético en dietas para pollos, afecta adversamente la conversión alimenticia a través de un deterioro del crecimiento, acompañado por una disminución marcada del consumo, en los casos donde la configuración química de los taninos le permiten precipitar las mucoproteínas presentes en las secreciones glandulares de la boca (Jaramillo, 2005).

Se han desarrollado sorgos altos en taninos para evitar que las aves silvestres se coman el grano previo a la cosecha. Estos sorgos no deben reemplazar más de un 40% de la proporción del grano de la ración de las aves (North y Bell, 1993).

Durante el proceso de maduración, los sorgos altos en taninos se hacen astringentes, proporcionando un grado de resistencia o tolerancia a los pájaros y al moho. Este efecto astringente es causado por la unión y la precipitación de las proteínas por los

taninos condensados, por lo tanto las aves prefieren un alimento más agradable al paladar (López Coello, 2000).

La absorción directa de los TC parece no ser posible. Quizás por las barreras anatómicas encontradas y, más específicamente, por el gran tamaño de los polímeros de taninos, los cuales no son degradados a sus productos finales por las enzimas del tracto gastrointestinal (Jaramillo, 2005).

Así mismo, los estudios de Sell y Rogler (1983) ponen en evidencia una posible toxicidad metabólica de los TC, al encontrar un incremento de la actividad de la enzima UDP-glucuroniltransferasa, en aves que consumieron sorgo alto en taninos en relación a las alimentadas con sorgo bajo en taninos. Se conoce que esta enzima interviene en los procesos de desintoxicación de compuestos fenólicos y sobre esta base, un incremento en su actividad podría implicar la absorción de los TC a través de la pared intestinal (Jaramillo, 2005).

Análisis realizados por Fuller en 1966 (citado por Wall y Ross, 1975), comparando 17 híbridos diferentes de sorgo con maíz, determinó que no hubo diferencias significativas en el crecimiento, excepto en una variedad que contenía 1,65% de tanino y que ninguno de ellos fue lo suficientemente poco palatable como para reducir el consumo de alimento. Comprobó, además, que la disminución del crecimiento causada por los sorgos, con elevado contenido de tanino, se podía atenuar con el agregado de metionina o colina a la ración.

Sanford (1963), (citado por Wall y Ross, 1975) realizó experimentos destinados a determinar cuales eran los aminoácidos limitantes en una ración en base a sorgo y harina de soja y determinó que la metionina es el primer aminoácido limitante seguido por la lisina.

En algunos estudios sobre pollos parrilleros y gallinas ponedoras, la suplementación con DL-Metionina contrarresta el efecto de los taninos, al cubrir los requerimientos de este aminoácido, ya que es el primer aminoácido limitante (Reyes *et al.*, 2000).

Los efectos benéficos que se han obtenido con la suplementación de DL-Metionina deben ser analizados críticamente, ya que la mayoría de las investigaciones han sido conducidas sobre la base del empleo de dietas subóptimas en proteína, siendo las raciones marginales en este aminoácido. La suplementación con metionina, a dietas con tales características producirán, como es de esperarse, una mejora total o parcial en el crecimiento de las aves (Jaramillo, 2005).

Ozment (1963) (citado por Wall y Ross, 1975) sostiene que el maíz y el sorgo son de igual valor nutritivo en raciones para pollos parrilleros, cuando se utilizan sobre una base equivalente de consumo de nutrientes.

Harms (1954) (citado por Wall y Ross, 1975) reveló que además, de verse afectado negativamente los parámetros productivos en pollos alimentados con sorgo, no era bien aceptado por el consumidor, debido a la falta de pigmentación de la piel. Todos los sorgos, incluso los de color amarillo, son deficientes en carotenos (Cunha, 1983).

Sanford (1963) (citado por Wall y Ross, 1975) comparó los resultados que obtuvo con pollos parrilleros alimentados con sorgo, maíz y una mezcla entre ambos, determinando que el mejor resultado, lo obtuvo suministrando una mezcla de 35 partes de sorgo con 30 partes de maíz.

Cortés y Ávila (1997)(citado por López Coello, 2000), (Reyes *et al.*, 2000) realizaron estudios en pollos alimentados con dietas a base de sorgo y harina de soja. Estos investigadores, evaluaron tres tratamientos: a)sorgos bajo en taninos, b)sorgos altos en taninos y c)sorgos altos en taninos suplementado con DL-metionina, hasta los 49 días de edad. Encontraron diferencias significativas para la ganancia de peso, siendo menor en las aves cuando consumieron sorgos altos en taninos sin suplementar. Además, el consumo de alimento fue similar en todos los tratamientos y la conversión alimenticia fue peor para la dieta, de sorgos altos en taninos sin suplementar. Sin embargo, la conversión alimenticia mejoró con la adición de DL-Metionina a la dieta, con sorgos altos en taninos, ya que se igualó la cantidad digestible de este aminoácido.

El mecanismo de acción de la metionina en el proceso de desintoxicación de los taninos del sorgo no está claramente establecido. Actualmente se discute la hipótesis de la inclusión de la metionina en la desintoxicación metabólica de los taninos, más que como compuesto donador de grupos metílicos (Jaramillo, 2005).

Otros investigadores, indican un menor consumo en los pollos alimentados con sorgos altos en tanino debido a su mal sabor, mientras que otros, han encontrado un mayor consumo debido a un menor contenido energético (Reyes *et al.*, 2000).

Butler (1982) refiere los distintos cambios que experimentan éstos compuestos durante las etapas de formación, crecimiento y maduración de la semilla, enfatizando que la polimerización es relativamente baja durante su desarrollo en el campo, cuando existen altos niveles de humedad (Citado por Jaramillo *et al.*, 1994).

Contrariamente, cuando el grano alcanza su madurez fisiológica, en donde se produce una disminución sustancial del contenido de la humedad, o cuando es sometido a condiciones de secado, aún en semillas inmaduras, el grado de polimerización podría

incrementarse hasta un tamaño donde no se compromete la solubilidad del polímero y con ello la capacidad de precipitar proteínas. Sobre éste tópico, es importante resaltar los criterios expuestos por Goldstein y Swain (1963), y Quesnel (1968) (Citados por Jaramillo *et al.*, 1994) quienes puntualizan que la capacidad de los taninos para formar enlaces con las proteínas está probablemente relacionada con el tamaño, estructura y forma de la molécula de TC. Resaltando, que el tamaño de ésta, determina la disponibilidad de sitios reactivos accesibles a la cadena de proteína y por ende constituye la característica que más se corresponde con el grado de enlace entre ambos compuestos. De esta manera, los monómeros y dímeros son aparentemente muy pequeños para inducir la precipitación de las proteínas, mientras que los taninos altamente polimerizados con más de 10 unidades monoméricas podrían ser insolubles; además de que sus pocos sitios reactivos y su gran tamaño molecular le impedía tener accesibilidad a una orientación específica de la proteína, con lo cual se reduce su capacidad para precipitarla. En base a estos criterios, Goldstein y Swain (1962), y Roux (1972) plantean que el efecto más intenso está asociado a moléculas que tengan entre 3 y 10 monómeros de catequina (Citado por Jaramillo *et al.*, 1994).

Por otro lado Jaramillo *et al.*, (1994) encontró distintas EM para los mismos cultivos en dos cosechas diferentes. De esta manera, los TC presentes en los sorgos de la Cosecha 1 pudieron llegar a polimerizarse hasta un grado en el cual no se afectó la capacidad precipitante del polímero; mientras que los mismos cultivos pero procedentes de la Cosecha 2 pudieron haber presentado en la molécula de taninos una de las siguientes situaciones: a) Una molécula con prevalencia de unidades oligoméricas de muy bajo peso molecular (monómeros y dímeros) con la consiguiente disminución de la capacidad precipitante de proteínas y B) Menor cantidad de sitios reactivos disponibles, como consecuencia de un alto grado de polimerización y una disposición estructural que le impedía tener fácil acceso a la cadena peptídica de la proteína .

Bajo este esquema, se podría pensar, que los TC de muy bajo peso molecular o altamente polimerizados, tendrían menor capacidad para precipitar proteínas y por ende menor efecto inhibitorio de las enzimas digestivas *in vitro*. Esta hipótesis abre las puertas a un gran campo de investigación, en donde cobraría gran importancia el estudio de la polimerización de los taninos, en la etapa de post cosecha en relación a la madurez fisiológica del grano para el momento de la cosecha (Jaramillo *et al.*, 1994).

Jaramillo *et al.*, (1995) menciona que en las aves se produce un mecanismo natural de adaptación, frente a la acción de los TC del sorgo. Este mecanismo pudiera estar relacionado con la producción de componentes mucos proteicos de origen endógeno. Tal

condición pudo crear en las aves, barreras químicas naturales que se corresponderían con la secreción de muco proteínas endógenas. Estos compuestos podrían actuar como mimetizadores de los efectos tóxicos de los TC, a través de la formación de complejos taninos-muco proteínas endógenas, permitiendo una mayor utilización de la proteína del sorgo y la diferenciación de aves sujetas a condiciones de "adaptación" a la acción de los TC.

El estudio de mecanismos por los cuales los TC son capaces de reducir la digestibilidad del componente proteico. La explicación de este efecto, se ha relacionado con la formación de complejos insolubles tanino-proteína del grano y de la dieta, resistente a la hidrólisis enzimática bajo condiciones de pH fisiológico. De igual manera, las inhibiciones enzimáticas in vitro que se producen, como consecuencia de la formación de complejos tanino-proteasas, han constituido fundamentos para interpretar los efectos adversos observados en el crecimiento de las aves (Jaramillo *et al.*, 1995).

El complejo taninos-proteínas de la dieta incrementa las proteínas "by pass" o pasantes en rumiantes: El complejo taninos-proteínas es insoluble al pH del rumen (4 -7). Sin embargo, dicho complejo es soluble, tanto al pH "ácido" del Abomaso o estómago verdadero (< 4) como al pH "alcalino" del intestino delgado (> 8) (Jones y Mangan, 1977) (Citado por Fernández Mayer, 2002). De esta forma, la proteína dietaria "escaparía" a la degradación ruminal llegando "tal cual" a los sitios de digestión (duodeno) y así se incrementaría la absorción a la sangre de aminoácidos de ese origen (Asquith y Butter, 1986) (Citado por Fernández Mayer, 2002).

HIPÓTESIS:

- El consumo de la dieta formulada con sorgo no se vería afectado, ya que sus características de mal sabor que pueda tener, quedarán diluida en la misma, por lo tanto no habría diferencia con el consumo de la dieta formulada en base a maíz.
- El índice de conversión de la dieta formulada con sorgo sería tanto mejor y similar al del maíz en función del correcto balance de los diferentes nutrientes de la dieta.

OBJETIVO GENERAL:

- Comparar parámetros productivos de pollos parrilleros, en etapas de iniciación y terminación, alimentados con dietas a base de Sorgo Vs. dietas a base de Maíz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Evaluar las siguientes variables productivas, en los diferentes tratamientos:

- Ganancia de Peso Promedio.
- Consumo de Alimento Promedio.
- Índice de Conversión Alimenticia.

MATERIALES Y METODOS:

El estudio se realizó en la localidad de La Palestina, en la granja Los Vasquitos. Dichas instalaciones ofrecieron las condiciones adecuadas para llevar a cabo la experiencia, cumpliendo con las exigencias de manejo y análisis estadístico. Además, se contó con una fábrica de alimentos balanceados que permitió la elaboración de las diferentes raciones.

La crianza se llevó a cabo en una nave con capacidad para 1500 aves.

Se utilizaron corrales de 1,5 m² cada uno, con un comedero tolva y bebederos niples. El agua y el alimento fue suministrado *ad libitum*.

Se empleó para el ensayo, 120 pollos de la línea Ross (machos y hembras), elegidos al azar desde el primer día de vida, utilizándolos en etapas de iniciación (1 a 30 días de vida) y en terminación (31 a 40 días de vida) como determinadores biológicos.

El sorgo utilizado contenía un 1% de Taninos Condensados, ésta determinación fue realizada en el Laboratorio Teknal S.A.

El diseño experimental contó con cuatro raciones, seis repeticiones y diez aves en cada una.

En las dietas, de tipos comerciales, se incluyó sorgo en reemplazo del maíz. En cada una de las raciones, se determinó las proporciones de cada uno de los ingredientes de acuerdo al aporte de nutrientes y los requerimientos de las aves (Cuadro 2).

La composición nutricional las materias primas utilizadas y los requerimientos de las aves en sus diferentes etapas, fueron extraídas de la publicación Nutrient Requirements of Poultry, Novena Edición 1994.

Las dietas utilizadas se expresan en el Cuadro 3.

Se determinaron las siguientes variables productivas:

- Ganancia de Peso Promedio (g), Consumo Promedio (g) y Conversión Alimenticia. Para determinarlas, todas las aves se pesaron al inicio y al final del periodo, determinando así la ganancia de peso final. Además, se registró el alimento consumido por cada corral, obteniendo con estos datos el índice de conversión alimenticia.

Análisis estadístico:

- Los datos fueron evaluados, sobre un diseño completamente al azar, analizándose a través de un ANOVA y posterior test de Tukey, (SAS, 2004). Considerándose diferencias significativas $p \leq 0,05$.

CUADRO 2: Requerimiento de las aves en sus diferentes etapas.

Nutrientes	Iniciador	Terminador
PB (%)	20-22	18-20
EM (kcal/Kg)	3100	3200
FB (%)	2-3	2.5-3.5
Ca (%)	0.95	0.95
Pd (%)	0,5	0,5
Metionina+Cistina (%)	0.95	0.76
Lisina (%)	1,15	0.85
Triptófano (%)	0,23	0,18
EE (%)	4-6	4-6

Adaptado de NRC, (1994)

CUADRO 3: Ingredientes y Composición Nutricional de las diferentes dietas utilizadas para las de etapas de Iniciación y Terminación.

Ingredientes	Iniciador	Iniciador	Terminador	Terminador
	con sorgo (%)	con maíz (%)	con sorgo (%)	con maíz (%)
Maíz	-	52,22	-	62,81
Sorgo	52,04	-	61,63	-
Poroto de soja	38,40	32,20	34,25	33,32
Pelet de soja	5,78	11,85	0	0
Carbonato de calcio	0,28	0,294	1,64	1,55
Cenizas de huesos	2,38	2,357	1,56	1,62
Núcleo vitamínico mineral	0,30	0,30	0,30	0,30
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
Metionina	0,32	0,332	0,22	0
Lisina	0,10	0,05	0	0
Composicion Nutricional				
Nutrientes	Iniciador	Iniciador	Terminador	Terminador
	con sorgo	con maíz	con sorgo	con maíz
PB (%)	21,55	21,44	18,40	17,75
EM (kcal/Kg)	3100	3100	3150	3225
FB (%)	3,61	3,36	3,20	2,72
Ca (%)	1,00	1,00	1,23	1,20
Pd (%)	0,75	0,75	0,60	0,60
Metionina+Cistina (%)	1,00	1,00	0,80	0,80
Lisina (%)	1,20	1,20	0,90	0,90
Triptófano (%)	0,30	0,30	0,25	0,24
Treonina (%)	0,79	0,87	0,67	0,68
EE (%)	8,50	8,22	7,86	8,64

RESULTADOS y DISCUSION:

Consumo de alimento:

En esta variable, no se encontraron diferencias significativas (3509,33 g \pm 160,16 g vs 3524,83 g \pm 107,4 g para sorgo y maíz respectivamente) ($p>0,10$). Estos resultados, coinciden con los encontrados por Fuller (1966), Cortés y Ávila (1997)(citado por López Coello, 2000) y Reyes *et al.* (2000), quienes observaron, que el nivel de taninos condensados del sorgo, no afectó el consumo de alimento en pollos parrilleros.

Las aves alimentadas con la dieta a base de sorgo, consumieron un 0,43% menos de alimento, que las que consumieron la dieta a base de maíz.

Peso vivo:

En lo que hace a esta variable, la dieta con sorgo, produjo en promedio un peso similar a la dieta con maíz (1691,67 g \pm 101,72 g vs. 1783,33 g \pm 102,45 g para sorgo y maíz respectivamente) ($p>0,05$). Si bien no hubo diferencias significativas, se observó una tendencia a favor del maíz.

Estos resultados, difieren de numerosos estudios realizados por: Chang y Fuller, 1964; Connor *et al.*, 1969; Rostagno *et al.*, 1973; Armstrong *et al.*, 1974; Nelson *et al.*, 1975; Elkin *et al.* 1978; Trindade *et al.*, 1978; Jaramillo, 1991, 1994; Jaramillo y Peña 1988-1996; (Citados por Jaramillo, 2005), quienes encontraron efectos detrimentales en el crecimiento de pollos parrilleros, cuando éstos consumen dietas estructuradas con sorgos. Es de hacer notar, que muchos de los efectos negativos encontrados por algunos autores, han sido experiencias conducidas con niveles de proteína insuficiente para las exigencias nutricionales de las aves (Jaramillo, 2005). Cortés y Ávila (1997)(citado por López Coello, 2000) y Reyes *et al.*, (2000), obtuvieron resultados similares en aves que consumieron dietas con sorgos altos y bajos en taninos, al igualar el nivel de aminoácidos digestibles, tal como se hizo en esta experiencia.

Las aves alimentadas con la dieta a base de sorgo, pesaron un 5,13% menos que las que consumieron la dieta a base de maíz.

Conversión alimenticia:

En lo que respecta a esta variable, no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos (2,08 \pm 0,11 vs 1,98 \pm 0,13 para sorgo y maíz respectivamente) ($p>0,10$), pero si se observó una tendencia a favor del maíz, tal como ocurrió para el peso vivo.

En este estudio, se formularon las dietas en base al aporte de nutrientes de las materias primas intervinientes, por lo tanto, las composiciones nutricionales (Cuadro 3) de cada una de las dietas fueron similares, por tal motivo, estos resultados eran los esperados.

Jaramillo (2005), menciona que los efectos benéficos que se han obtenido con la suplementación de aminoácidos, tal como DL-Metionina, deben ser analizados críticamente, ya que la mayoría de las investigaciones donde se han hecho notorios, han sido conducidas sobre la base del empleo de dietas subóptimas en proteínas, siendo las raciones marginales en este aminoácido. La suplementación con DL-Metionina, a dietas con tales características va a producir, como es de esperarse, una mejora total o parcial en el crecimiento de las aves.

Las aves alimentadas con la dieta a base de sorgo, consumieron 100 g mas de alimento por Kg. de peso vivo obtenido que las aves que consumieron la dieta a base de maíz.

CONCLUSIONES:

Se concluye que la utilización de sorgo en la dieta, no afectó el consumo de alimento, ni hubo diferencias significativas en el peso vivo ni en la conversión alimenticia.

Por lo tanto la utilización del sorgo en la alimentación de pollos parrilleros, es una alternativa valida, siempre que económicamente sea viable.

BIBLIOGRAFÍA CITADA:

FAUBA, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, 2004 **El Gran Libro de la Siembra Directa**, Primera Edición, impreso por Artes Gráficas Rioplatense SA, Buenos Aires, Pág. 259.

FEDNA (Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal) 2003 **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos**. En:

http://www.etsia.upm.es/fedna/cereales/cereales/SORGO_BLANCO.htm.

Consultado 17-7-2007.

FERNÁNDEZ MAYER, A; 2002, **Rol del grano de sorgo con altos niveles de taninos sobre las producciones de carne y leche**. En:

<http://www.inta.gov.ar/Bordenave/contactos/autores/anibal/res15mayer.htm>

Consultado 7-5-2006.

GUERRERO GARCIA, A. 1999 **Cultivos herbáceos extensivos** Sexta Edición. Mundi Prensa. Bilbao. Pág. 266.

JARAMILLO, M. 2005 **Sorgos graníferos altos en taninos condensados: significancia nutricional y factibilidad de uso en la alimentación de aves**. En:

http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/25

[sorgos graniferos con taninos condensados.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/25). Consultado 7-5-2006

JARAMILLO, M, LEÓN, A; ANGULO, I Y PEÑA, M; 1994 **Valor nutricional de cultivares de sorgo granífero (sorghum bicolor (L) Moench) altos en taninos producidos en Venezuela. II. Energía Metabolizable**. En:

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1201/texto/valor.htm> Consultado: 7-5-2006.

JARAMILLO, M; LEÓN, A Y PEÑA, M; 1995 **Valor nutricional de cultivares de sorgo granífero sorghum bicolor (L) Moench) altos en taninos producidos en Venezuela. III Digestibilidad del nitrógeno**. En:

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1302/texto/valor.htm>. Consultado 7-5-2006.

JARAMILLO, M; PEÑA, M; ANGULO, I; LEÓN, A Y OBISPO, N; 1993 **Valor nutricional de cultivares de sorgo granífero [sorghum bicolor (L) Moench] altos en taninos producidos en Venezuela. II: Composición Química** . En:

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1102/texto/sorgogramifero.htm> Consultado 7-5-2006.

- LABORATORIO BIAGRO 2006 **Taninos en sorgo: información general**. En: <http://www.bioagrolab.com/VerArticulo.asp?id=30>. Consultado 22-2-2007.
- LOPEZ COELLO, C; 2000 **Los taninos en la alimentación de las aves comerciales**. En: <http://www.vet.ufg.br/cab1-1-02.pdf> .Consultado 7-5-2006.
- NORTH, M.O.; BELL, D.D.; 1993 **Manual de Producción Avícola**, Tercera Edición, Editorial El Manual Moderno SA, Santafe de Bogota, Pág. 516.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994 **Nutrient requirements of poultry**, Novena Edición, National Academy Press.
- REYES, E; CORTEZ, A; MORALES, E. y AVILA, E; 2000 **Adición de DL-Metionina en dietas con sorgos altos en taninos para pollos en engorda**, En: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/publicaciones/publicacion04.php?IdPublicacion=168>. Consultado 7-5-2006
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México), 2004 **Primer Lugar Mundial en la Producción de Sorgo, Industria Avícola**, 51(9):6.
- SAGPyA (Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación), 2004 **Información General del sorgo**. En: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/agricultura/otros/estimaciones/sorgo/infosorgo.php> Consultado el 4-2-2008.
- STATISCAL ANÁLISIS SYSTEM INSTITUTE, Inc. 2004. **SAS/STAT guide for personal computers**. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- SELL, DR Y ROGLER, JC 1983. **Effects of sorghum grain tannins and dietary protein on the activity of liver UDP-glucuronyltransferase**. En: <http://www.ebmonline.org/cgi/content/abstract/174/1/93> Consultado: 7-5-2006.
- WALL, J. y ROSS, W.; 1975 **Producción y usos del sorgo** 1ª ed. Hemisferio sur, SRL. Buenos Aires. Pág. 306.