

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINAS DE MAÍZ, YUCA Y  
QUINCHONCHO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE CEBA  
EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN FAMILIAR**

**Ing. Francisco Oscar Rivas Hernández**

*Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora,*

*República Bolivariana de Venezuela*

## **Resumen.**

La producción y consumo de carne de pollo en las zonas rurales del Estado de Cojedes, República Bolivariana de Venezuela y en otras partes del mundo es bajo, debido fundamentalmente a los altos precios de los concentrados; sin embargo, se cuenta con una gran diversidad de rubros agrícolas que pudieran utilizarse en la elaboración de fórmulas que cubran las necesidades alimenticias de los pollos de engorde. Algunos informes refieren que el 71% de los costos de producción de la crianza de pollos de engorde provienen del alimento. La idea de convertir los alimentos en combustibles ha provocado notables incrementos del precio del maíz destinado a la producción animal. El empleo de los alimentos no convencionales o alternativos requiere un procesamiento que viabilice su empleo por métodos artificiales o naturales para fabricar harinas. La yuca es baja en proteínas, se puede utilizar a un nivel del 30-40% en dietas granuladas y nutricionalmente equilibradas. Otro alimento es el quinchoncho, que puede ser sembrado en regiones de condiciones agroclimáticas diversas, debido a su adaptabilidad. Debido a su alto rendimiento en grano y al contenido de proteínas de los mismos (24 -28 %), además con un buen balance de aminoácidos, se presenta como una gran posibilidad para suplir, conjuntamente con la soya, el déficit de proteínas de origen vegetal.

*Palabras claves: Pollos de engorde; alimentación; yuca, maíz, quinchoncho;*

---

## INTRODUCCIÓN

La producción mundial de proteína animal para consumo humano creció continuamente en los últimos 30 años a un ritmo más acelerado que el mismo crecimiento poblacional. Específicamente la producción de carne de pollos de engorde se cuadruplicó en este periodo, por ser la de mayor desarrollo como fuente de proteína de primera calidad. Su producción en corto tiempo y en espacios pequeños, hacen que este grupo animal sea uno de los principales rubros de producción a nivel mundial (FAO, 2011).

También la producción y consumo de carne de pollo en las zonas rurales del Estado de Cojedes, República Bolivariana de Venezuela es bajo, debido fundamentalmente a los altos precios de los concentrados; sin embargo, se cuenta con una gran diversidad de rubros agrícolas que pudieran utilizarse en la elaboración de fórmulas que cubran las necesidades alimenticias de los pollos de engorde. Se conoce además, que no se aprovechan al máximo los excedentes de las producciones vegetales, los que son subvalorados, o no son usados por la falta de orientación o conocimientos. De ahí que el empleo de estos recursos pudiera aumentar el consumo de carnes blancas y lograr la diversificación de la producción en este estado, lo que traería mayores ingresos económicos para los grupos familiares, además de los beneficios educativos y ambientales de los productores.

Por otra parte, autores como Álvarez y De Basilio (2009) y Orozco, Melen y Rodríguez, (2004), refieren que el 71% de los costos de producción de la crianza de pollos de engorde provienen del alimento. En este sentido se plantea, que si se cuenta con la materia prima para la elaboración del concentrado en la misma zona, se genera un doble beneficio, porque contribuye al desarrollo endógeno de la region.

Los problemas de falta de alimentos que afectan a la sociedad humana hacen que la alimentación de los animales haya sufrido cambios, los cuales consisten en sustituir los productos que se utilizan tradicionalmente por otros, que son menos apreciados o no utilizados por el hombre, esto conlleva a la alimentación no convencional, así como a la necesidad de preservar la salud del hombre por medio de la ingestión de alimentos más sanos y de conservar el medio ambiente (Lezcano, 2004).

Es incuestionable que a los países no productores de maíz y sorgo, les resulta imposible pagar el alto precio de los cereales. Ante esta realidad, es necesario buscar opciones que permitan producir de modo económico estos productos o buscar otras fuentes de energía que resulten más baratas para cubrir las necesidades de consumo de los animales (Valdivié *et al.*, 2008).

El Estado de Cojedes se caracteriza por ser una zona de economía campesina, por lo que el desarrollo de investigaciones con el uso de recursos alternativos para la alimentación animal es de gran pertinencia, ya que constituye la base para establecer sistemas de producción animal más técnicamente apropiados, económicamente viables y socialmente aceptables. Así mismo, se contribuye a la proyección de mejorar el nivel de vida de las comunidades rurales, a la vez que se preservan y fortalecen los recursos naturales de la localidad.

En los campos cojedeños se crían en menor o mayor cantidad pequeños grupos de pollos de engorde, pero la zona norte del estado posee características climatológicas óptimas para la producción de estos animales. Por otra parte, se producen diferentes rubros de origen vegetal, que combinados de manera eficiente y lógica, pudiera producirse un alimento de buena calidad para suplir total o parcialmente los alimentos concentrados y así disminuir los costos de producción.

Con la formulación de alimentos a base de recursos propios de la zona como maíz (*Zea mays* L.), ñame (*Dioscorea batata* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.), frijol o caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) u otra leguminosa que aporte proteínas, vitaminas y aminoácidos, se podrán obtener alimentos balanceados para lograr un desarrollo óptimo de los animales.

## **Desarrollo**

### **1.1 Tendencias de la producción avícola mundial. Situación de la producción avícola en Venezuela**

La agricultura abarca toda actividad que tenga por finalidad la obtención de productos vegetales y animales de una manera económica, estudia, investiga y descubre o trata de

descubrir las leyes que rigen la producción de plantas y animales y combina con habilidad, las labores y el trabajo que conducen a la producción de los cultivos y las crías. La producción agropecuaria ha sido el eje en el desarrollo económico de muchos países latinoamericanos (Caballero, 2000), incluyendo a Venezuela.

Es por eso que el consumo mundial de productos avícolas, especialmente de la carne de aves de corral, experimenta un constante crecimiento en los últimos años, una tendencia que continuará en el futuro. Gran parte del incremento de la demanda mundial de estos productos corresponde a los países en desarrollo. La industria avícola ejerce un profundo efecto en la demanda de alimentos animales y materias primas. Sin embargo, resulta evidente que las necesidades relativas a los cuatro ingredientes tradicionales maíz, harina de soya, harina de pescado y harina de carne no se pueden satisfacer, ni siquiera cuando se realiza una previsión optimista.

Debido a estas causas y otras, el alimento representa el mayor costo de producción en la mayoría de explotaciones avícolas, razón por la cual resulta indispensable tratar de minimizar costos. La utilización de los alimentos no convencionales es una necesidad de primer orden en el empeño de producir carne y huevos dados los precios y limitaciones para importar todo el alimento necesitado. Siendo de vital importancia hacer un uso más eficiente de muchos alimentos existentes en el trópico, y que resulte económicamente más viable al productor.

El alimento balanceado en la producción animal monogástrica es muy importante ya que representa alrededor de 50% a 70% del costo de la producción animal y además está íntimamente relacionado con la calidad final del producto animal, es por lo tanto, indispensable el pensar en alimentos animales de alta calidad, para satisfacer no sólo los requerimientos animales sino las demandas de los consumidores.

Por otra parte, el desarrollo de una agricultura tropical moderna y eficaz no descansa solamente en la disponibilidad de insumos esenciales. Es también prerrequisito fundamental contar con la producción de cultivos dominantes, ecológicamente adaptados, (eficiencia biológica, de una fuerte respuesta intensificación de uso de insumos y tolerantes variaciones regulares u ocasionales del ambiente, lo que impone la necesidad de desarrollar

una agricultura que promueva el cultivo y la producción de aquellos rubros capaz de asumir la producción animal, sobre todo de monogástricos (León y Angulo, 1989).

El consumo per cápita de toda la carne en Venezuela es de aproximadamente 73,5 kg. Alrededor del 53 % de esta cantidad es proporcionada por el sector avícola (38,96 kg per cápita al año). El consumo de productos avícolas está aumentando más rápido que el de otras carnes, porque es relativamente barato en comparación con el resto de fuentes de proteína animal, de acuerdo con la Federación Nacional de Avicultura de Venezuela (FENAVI) según, Tagliapietra (2014). Este sector representa el 30% del total producto interno bruto de Venezuela y más del 48% de la producción animal. La producción avícola es el componente más importante de la producción agrícola de Venezuela por valor, con el 24 % del total.

En el Estado Cojedes, el municipio que presenta mayor producción de pollos de engorde es Tinaquillo, pero todos y cada uno de los municipios de este presentan producción por vía intensiva de estos animales. La cría de estas aves tiene un tiempo crítico, que es cuando el animal está en los días próximos a salir hacia los mataderos; es decir, después que posee 2 kg de peso vivo, debido a que las altas temperaturas están entre las principales causas de muerte, ya que pueden ocasionar infartos, debido al gran volumen de masa corporal y a las reservas internas de grasa.

## **1.2 La producción avícola sostenible y desarrollo de la crianza de pollos a pequeña escala en patios productivos**

Las grandes industrias de producción animal en confinamiento, pueden producir cantidades enormes de desechos que son arrojados al medio ambiente, por ejemplo la explotación comercial de un millón de ponedoras genera anualmente excretas que contienen 750 t de nitrógeno y 150 de fósforo, lo cual es criticado por la sociedad y por los investigadores conservacionistas (Turner,1999).

Diferentes autores consideran que la sociedad debe cambiar la forma de cultivar y explotar los recursos naturales y animales. En este sentido promueven la producción alternativa que en la actualidad toma auge en España, Estados Unidos, Costa Rica, Venezuela, entre otros,

países que crean conciencia en los productores de conservar sus recursos naturales e inculcan que a los animales se les exploten en ambientes más naturales y menos confinados, de esta forma se incentiva el bienestar animal, lo cual se refleja en la calidad de los productos y en la disminución de los costos de producción (Soler y Fonseca, 2011).

Históricamente, la agroindustria productora de alimentos concentrados (utiliza un 90% en la alimentación de aves y cerdos), no ha sido efectiva en la dinamización de la producción agrícola vegetal requerida, lo que crece sobre la base de importaciones de cereales y soya, sus ingredientes básicos.

El componente importado de dichos concentrados llegó al 70 %. Ante la actual crisis económica que vive el país y sobre la base de la potencialidad de la producción de diversos rubros tropicales, es necesario conocer las posibilidades y ventajas de utilizar productos como la yuca, el arroz, las leguminosas de grano, el aceite de palma y subproductos, como las tortas de algodón, girasol, maní, ajonjolí, copra y palma, harinas de carne y pescado, melazas, entre otros, los cuales pueden constituir alternativas nutritivas económicamente viables en la elaboración de concentrados para la alimentación aves, cerdos y bovinos (León y Angulo, 1989).

Por su parte, los patios productivos buscan impulsar la soberanía alimentaria a partir de la producción de alimentos sanos cosechados por el pueblo en sus espacios urbanos y periurbanos. En ellos no solo se siembran hortalizas y frutas sino que también se pueden criar cerdos, aves y conejos, producir abono orgánico y subproductos de origen vegetal y animal que pueden ser reutilizados o reciclados en el mismo hogar (Coromoto y Rosario, 2014).

La contribución de la agricultura campesina a la seguridad alimentaria en medio de escenarios de cambio climático, crisis económica y energética llevó a los conceptos de soberanía alimentaria y los sistemas de producción agroecológicos de base a atraer más la atención en los países en desarrollo en las últimas dos décadas. Nuevos enfoques y tecnologías que implican la aplicación de la ciencia agrícola moderna integrada y sistemas de conocimientos autóctonos y encabezada por miles de agricultores, ONG y el gobierno y algunas instituciones académicas han demostrado mejorar la seguridad alimentaria,

mientras han conservado los recursos naturales, la biodiversidad agrícola y conservación de suelos y agua en cientos de comunidades rurales de la región (Altieri *et al.*, 2011).

### **1.3 Alimentos alternativos para la producción avícola**

La idea de convertir los alimentos en combustibles ha provocado notables incrementos del precio del maíz destinado a la producción animal, en el mercado internacional. En enero del 2005 y 2006 se pagaba a 97 y 104 USD/t en los puertos norteamericanos del Golfo de México (FAO, 2006). En el 2008, en los mismos mercados, se debía pagar 231 USD/t (ASERCA, 2008), o sea, algo más del doble de su precio normal hasta el año 2005 o principios del 2006. Esta situación ha persistido en los momentos actuales, (FAO, 2010) no solo con el maíz, sino con las tortas de soya y otros productos, por lo que se hace necesario e importante, buscar fórmulas alternativas para la producción de aves en específico.

Los alimentos alternativos se denominan a menudo “alimentos no tradicionales”, ya que no se utilizan tradicionalmente en la alimentación animal ni suelen utilizarse tampoco en las dietas de animales comerciales (Ravindran, 2014).

El empleo de los alimentos no convencionales o alternativos requiere un procesamiento que viabilice su empleo por métodos artificiales o naturales para fabricar harinas, ensilajes, preservación o simplemente molinaje para incrementar el consumo y aprovechamiento digestivo. La utilización del secado ya sea por medios artificiales (presión y temperatura) o natural (luz solar) es probablemente el método más adecuado para muchos alimentos, porque además de lograr su conservación para ser empleado diariamente, los animales lo utilizan más eficientemente al consumirlo en forma de harina y pueden guardarse en sacos o a granel, sin temor a su descomposición y pérdida del valor nutritivo, alternativa que permite la fabricación de pienso seco (Lezcano, 2004).

En la tabla 1 se presentan algunas fuentes alternativas de energía que pueden utilizarse para sustituir a alimentos convencionales en la crianza de pollos.



**Tabla 1. Fuentes alternativas de energía que pueden sustituir al maíz en las dietas de las aves de corral**

<b>Cereales</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Trigo</b>	Se puede utilizar cuando sus costos sean competitivos Limitación: los altos contenidos de polisacáridos no amiláceos provocan problemas intestinales de viscosidad del bolo; se puede utilizar sin restricciones si se añaden carbohidrasas exógenas
<b>Sorgo</b>	Limitación: los taninos disminuyen la digestibilidad de proteínas y energía; el sorgo con bajo contenido de taninos puede sustituir completamente al maíz.
<b>Mijo</b>	Puede sustituir el 50-65% del maíz, según el tipo de mijo Limitaciones: alto contenido de fibra, presencia de taninos.
<b>Subproductos de cereales</b>	
<b>Salvado de arroz</b>	Limitaciones: alto contenido de fibra, ácido fólico, rancidez; puede usarse materia de buena calidad hasta un nivel del 5-10% en las dietas de pollos de engorde y de hasta un 40% en las dietas de las gallinas ponedoras.
<b>Salvado de trigo</b>	Limitaciones: alto contenido de fibra; se puede utilizar a niveles inferiores al 5% en las dietas de pollos de engorde y hasta un nivel del 15% en las dietas de las ponedoras.
<b>Raíces y tubérculos</b>	
<b>Harina de raíz de yuca</b>	Alto contenido de almidón, excelente fuente de energía Limitaciones: baja en proteínas, textura en polvo, necesidad de detoxificación para eliminar los glucósidos cianogénicos; se puede utilizar a un nivel del 30-40% en dietas granuladas y nutricionalmente equilibradas.
<b>Harina de cáscaras de yuca</b>	Limitaciones: alto contenido de fibra, altos niveles de glucósidos cianogénicos, necesidad de elaboración; la harina cuidadosamente preparada puede utilizarse al 5%.
<b>Harina de tubérculo de boniato</b>	Alto contenido de almidón, buena fuente de energía Limitación: textura en polvo; se puede utilizar a un nivel de hasta el 50% en dietas en forma de gránulos y nutricionalmente equilibradas.

Fuente: Ravindran, 2014).

Las perspectivas inmediatas para el uso de alimentos alternativos se corresponden a sistemas comerciales de aves de corral, que efectúan en alguna medida la mezcla de alimentos en la explotación, así como a sistemas familiares de cría de aves de corral. En estos sectores, donde el objetivo es la productividad económica en lugar de la máxima productividad biológica, los alimentos alternativos pueden representar una útil contribución a la alimentación de estos animales (Ravindran, 2014).

En Venezuela, aproximadamente el 35 al 50% de las materias primas agrícolas como raíces y tubérculos sufren pérdidas, producto del manejo postcosecha inadecuado, desglosados en cosecha (5 – 8 %), embalado y transporte (15 –20 %), y almacenamiento (5 – 10%). Uno de los principales problemas es que son rubros con alto contenido de humedad (entre 60 a 70 %), y ricos en almidón, situación que los hace favorables para el desarrollo de microorganismos deteriorativos, como: mohos, levaduras y bacterias, las cuales descomponen los tejidos y ocasionan daños tanto superficiales como en la pulpa (Giménez *et al.*, 2010).

#### **1.4 Generalidades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)**

La yuca se siembra hoy en 92 países, y alimenta a más de 500 millones de personas (Buitrago *et al.*, 2001). Esta es un cultivo importante en países asiáticos, africanos y de América Latina, principalmente, por su participación en los sistemas agrícolas, y por su aporte a la dieta de la población tanto humana como animal. Las principales ventajas de la yuca son su mayor eficiencia en la producción de carbohidratos en relación con los cereales y su alto porcentaje de almidón contenido en la materia seca. Adicionalmente, es un cultivo cuya producción se adapta a ecosistemas diferentes, lo que se puede producir bajo condiciones adversas y climáticas marginales. Se adapta bien a los suelos ácidos e infértiles y tolera períodos largos sin lluvia. Entre las desventajas que presenta la yuca se refieren a su alta perecibilidad, además que es un producto voluminoso por su alto contenido de agua. En América latina la yuca es producida en gran medida por pequeños productores (Ruiz, 1991).

La yuca es catalogada como la más importante de las plantas de interés económico dentro de las raíces y tubérculos, tiene su principal valor en su órgano de reserva o

almacenamiento de energía, las raíces, las cuales tiene diversos usos en la alimentación humana y animal, aunque su follaje se aprovecha para la nutrición de animales en algunas zonas rurales, y en África se utiliza como verdura fresca para consumo humano (Suárez y Mederos, 2011).

La yuca es un cultivo que presenta elevada tolerancia a la sequía y se caracteriza por su capacidad para producir en suelos de baja fertilidad y en suelos ácidos. Además, es resistente a muchas plagas y enfermedades y posee flexibilidad en lo que se refiere al tiempo o a las épocas de siembra y cosecha (Coock y Rosas, 1975; Howeler y Cadavid, 1983; Valdivié *et al.*, 2008).

#### **1.4.1 Valor nutritivo**

Las raíces de yuca tienen un alto contenido de almidón, que las convierte en una buena fuente de energía. También tiene un contenido relativamente alto de vitamina C, pero el de proteína y vitamina A es muy bajo. Para obtener una dieta balanceada con alto consumo de yuca, ésta se debe complementar con otras fuentes de proteína.

En la nutrición animal, la yuca se complementa con tortas de semillas oleaginosas o se mezcla directamente con esas semillas, especialmente de soya. Esta mezcla, en opinión de algunos especialistas en nutrición animal, presenta cierta sinergia muy favorable en el desarrollo de algunas especies. Tradicionalmente, la yuca se produce para el consumo humano. Sin embargo, posee propiedades nutricionales que le permiten sustituir, parcial o totalmente, a los cereales en piensos para aves y cerdos, cuando se utiliza en forma de harina o se cocina la raíz (Díaz y Valdivié, 1999).

Según Buitrago (1990) las hojas de yuca secas presentan un contenido de proteína de 22,7 %, cenizas 10,9 %, grasa 6,8 %, fibra 11 % con humedad base de 7,8 %. Los contenidos de cenizas son altos; explicables por la presencia en la lámina foliar de minerales tales como hierro, zinc, potasio, fósforo y calcio, entre otros.

En la tabla 2 se presenta la composición de la yuca, según las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Nutrición.

El almidón es el único polisacárido altamente utilizable por los animales monogástricos y tanto éste como los disacáridos presentes en la ración son degradados hasta monosacáridos para ser absorbidos. La digestión y absorción del almidón tiene lugar en el primer tramo del intestino delgado y la principal enzima que participa es la  $\alpha$ -amilasa, segregada por el páncreas junto al jugo pancreático y que actúa en la luz intestinal.

**Tabla 2. Composición química de la yuca**

Composición	Concentración en 100 g
Proteínas (g)	1,1
Grasas (g)	0,2
Glúcidos (g)	35,5
Fibra (g)	1
Cenizas (g)	0,6
Calcio (mg)	29
Fósforo (mg)	53
Hierro (mg)	0,7
Tiamina (mg)	0,06
Riboflavina (mg)	0,03
Niacina (mg)	0,6
Ácido Ascórbico (mg)	35

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición. 1983 y 1999. Tabla de composición de alimentos para uso prácticos. Caracas: serie de cuaderno Azules de INN.

La  $\alpha$ -amilasa rompe la cadena lineal de la amilosa dejando libres moléculas de glucosa y maltosa pero no puede romper las ramificaciones de enlaces  $\alpha$ -1-,6 de la amilopectina, por lo que como primer paso de la digestión de los carbohidratos se genera en la luz intestinal una mezcla de glucosa, maltosa y oligosacáridos. Mientras la glucosa se absorbe, los disacáridos y oligosacáridos restantes son atacados por otras enzimas, y las  $\alpha$  y  $\beta$  glucosidasas presentes en el borde de las microvellosidades intestinales son responsables de la hidrólisis final de los disacáridos (Cueva, Gómez y Romero, 2002).

A pesar de los valores nutricionales de esta raíz, se conoce que la yuca contiene cianuro libre, hasta el 12 % del contenido total de esta sustancia. La dosis letal de cianuro de hidrógeno no combinado para un adulto es de 50 a 60 mg, sin embargo la toxicidad del mismo combinado no es muy conocida. Los glucósidos se descomponen en el tracto

digestivo de los animales y el hombre, lo que produce la liberación de cianuro de hidrógeno. Si se hierve la yuca fresca, la toxicidad disminuye muy poco. El glucósido linamarina es resistente al calor, y la enzima linamarasa se inactiva a 75 °C (Padmaja, 1995).

## **1.5 Generalidades del quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Huth)**

En Venezuela, el quinchoncho es sembrado en regiones de condiciones agroclimáticas diversas, debido a su adaptabilidad, principalmente para autoabastecimiento en comunidades campesinas, pues el grano es almacenado y consumido durante todo el año (FONAIAP, 1989). Debido a su alto rendimiento en grano y al contenido de proteínas de los mismos (20%), se presenta como una gran posibilidad para suplir, conjuntamente con la soya, el déficit de proteínas de origen vegetal (León y Angulo, 1991; INN, 1999).

La especie *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh es una leguminosa arbustiva que aporta proteínas, energía y minerales Higuera *et al.* (2011), con excelente palatabilidad para consumo fresco (pastura y ramoneo), forraje cortado y/o alimento procesado para la alimentación animal. Estos autores compartieron resultados sobre el perfil de aminoácidos y valoraron las características nutricionales de la harina de quinchoncho para su uso alternativo en la elaboración de alimentos balanceados y evaluar el efecto de los diferentes niveles de inclusión de harina de grano de quinchoncho sobre los parámetros productivos en pollos de engorde en la etapa de crecimiento y de harina de follaje en la alimentación de cerdos.

El quinchoncho (*Cajanus cajan*) contiene entre 24 y 28 % de proteína, con un buen balance de aminoácidos. Variedades mejoradas del FONAIAP e introducidas de la India, producen rendimientos de hasta 6 t/ha. La otra gran ventaja del cultivo es la mecanización de la cosecha. Su uso hasta ahora se limita al consumo humano.

### **1.5.1 Valor nutritivo**

Poco se conoce sobre su utilización como ingrediente de alimentos para animales. No obstante, su gran potencial de producción y sus excelentes características nutricionales le hacen apropiado para estos fines (León y Angulo, 1989a).

Ene-Obong y Carnovale (1992) determinaron que la composición química aproximada del quinchoncho es de 22,1 % de proteínas, 1,77 % de grasa, 23,8 % de fibra dietética y 48,4 % de carbohidratos totales. Resultados similares refiere Torres (2001), quien señala que las semillas de esta leguminosa contienen aproximadamente 18,8 % de proteínas, 1,9 % de grasa, 26,8 % de fibra dietética total, 3,4 % de cenizas y 49,1 % de carbohidratos.

Según Praderes *et al.* (2009), la caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*), demuestra que este alimento es un producto de alta solubilidad y capacidad de absorción de agua, además de poseer contenidos de almidón, proteína y fibra dietaría adecuados para formular alimentos nutritivos, instantáneos de fácil y rápida preparación.

El quinchoncho contiene la siguiente composición mineral (Torres *et al.* 2007; Grau, 2010):

**Tabla 3. Composición química del quinchoncho.**

Componentes	Concentración ( 100 g)
Proteína (g)	9
Grasas (g)	0,7
Carbohidratos (g)	11,7
Fibra cruda	0,3
Cenizas	1,2
Tiamina (mg)	0,35
Riboflavina (mg)	0,18
Calcio (Ca) (mg)	15
Fósforo	110,49
Hierro	5,30
Zinc	7,85
Potasio	1290

Algunos autores como Torres y Guerra (2003) indican que las proteínas de quinchoncho

tienen una digestibilidad de 78 %, un valor biológico de 60 y una relación de eficiencia proteica (PER) entre 0,58 y 1,82.

## **1.6 Generalidades del maíz (*Zea maíz L.*)**

Es una especie originaria de la América tropical. En la actualidad es el principal cultivo forrajero de verano en las zonas templadas cálidas y húmedas subtropicales del planeta, habiéndose extendido su cultivo a zonas templadas húmedas gracias a la aparición de variedades de ciclo corto. Muy utilizado en la Península Ibérica. No tolera el frío ni la sequía. Es exigente en agua. Se adapta a distintas condiciones edáficas, pero resiste mal el encharcamiento.

Muchos autores concuerdan que el consumo de maíz por los animales proporciona la más alta tasa de conversión a carne, leche y huevos, si se compara con otros granos que se usan con el mismo propósito. Su alto contenido de almidón y bajo contenido de fibra hace que sea una alta fuente de concentración de energía para la producción de ganado. Las estadísticas detalladas para este elemento no están, sin embargo, disponibles, si bien se considera que en los países tropicales la mayor parte se destina a la producción avícola. El maíz amarillo es preferido para la alimentación del ganado y se le da como grano entero, roto o molido gruesamente, seco o cocido al vapor, y es generalmente suplementado con otras fuentes de vitaminas o proteínas (Paliwall, 2000).

### **1.6.1 Valor nutricional**

El componente principal del maíz es el almidón, el cual se corresponde con el 72 %. Contiene además entre un 8 y 11 % de proteínas del peso del grano (Benítez y Pfeifer, 2006).

El maíz forrajero ocupa un lugar muy importante en el patrón de cultivos forrajeros por el alto valor energético que aporta a las raciones.

En la tabla 4, se expresa el valor nutritivo del maíz.

#### **Tabla 4. Valor nutricional del maíz por cada 100g.**

Componentes	Concentración
Carbohidratos	19 g
Azúcares	3,2 g
Grasas	1,2 g
Proteínas	3,2 g
Retinol (vit. A)	10 µg (1%)
Tiamina (vit. B1)	0,2 mg (15%)
Niacina (vit. B3)	1,7 mg (11%)
Ácido fólico (vit. B9)	46 µg (12%)
Vitamina C	7 mg (12%)
Hierro	0,5 mg (4%)
Magnesio	37 mg (10%)
Potasio	270 mg (6%)

(Fuente: Wikipedia, 2014).

## 1.7 Características morfológicas y fisiológicas del tracto gastrointestinal de pollos. Necesidades nutricionales

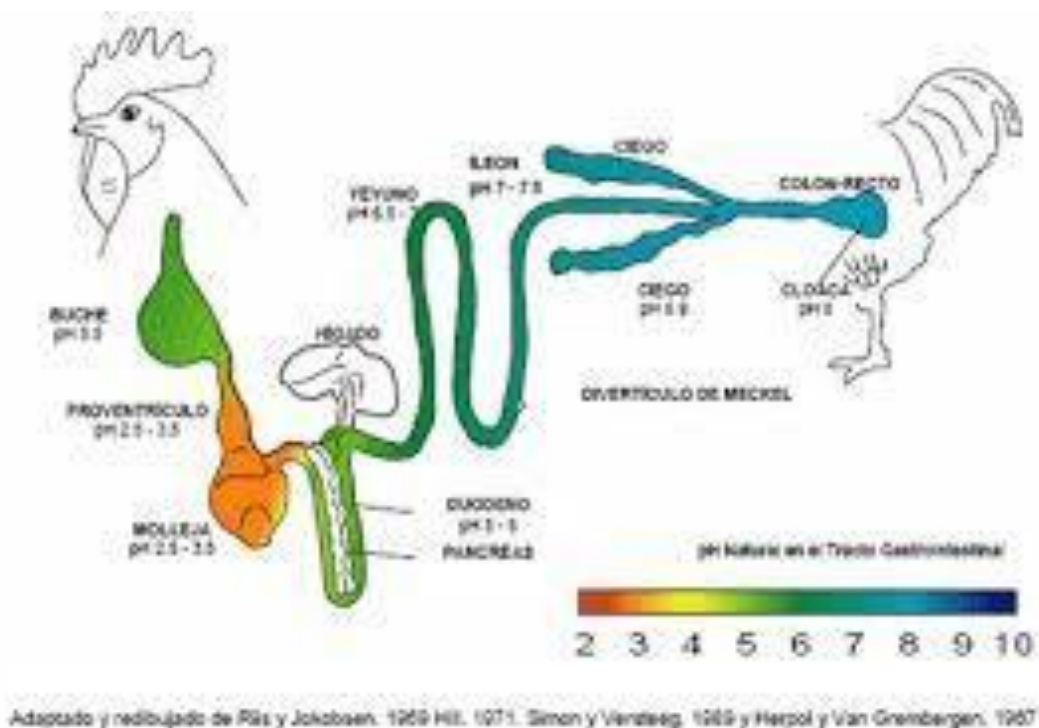
La mayoría de las especies de aves de corral son omnívoras, lo que en términos nutricionales significa que tienen un aparato digestivo simple con ciego no funcional. Las excepciones a esta regla general son los gansos y los avestruces, que tienen ciegos funcionales bien desarrollados. El tracto digestivo de las aves de corral tiene más órganos pero es más corto que el de otros animales domésticos. Son exclusivos del tracto digestivo de las aves el buche, que es un órgano de almacenamiento, y la molleja, que es un órgano de trituración. En los pollos de carne de crecimiento rápido, en menos de tres horas el alimento pasa de la boca a la cloaca y los nutrientes son digeridos y absorbidos. Para compensar el tracto digestivo relativamente corto y el rápido tránsito de la digestión, es preciso suministrar a las aves de alto rendimiento dietas de fácil digestión y ricas en nutrientes. El balance de nutrientes es fundamental (Ravindran, 2014).

El sistema digestivo de las aves es perceptiblemente diferente en muchos aspectos al de los mamíferos. En las aves están ausentes los dientes, está presente un buche bien desarrollado y una molleja, el ciego es doble y falta el colon. En la figura 1 se presenta el tracto digestivo de estos animales.



En las aves se realiza una primera digestión en el buche donde actúa la  $\alpha$ -amilasa y existe cierta acción microbiana que genera AGV. El estómago muscular o molleja que contiene un 10 % de su contenido en gravilla realiza una excelente acción trituradora y de contacto con los jugos digestivos. Las enzimas producidas por las aves son prácticamente las mismas que las de los no rumiantes, aunque no se ha comprobado la presencia de lactasa.

La principal zona de absorción es el intestino delgado y el intestino grueso casi no cumple función alguna. Las aves no digieren la celulosa y logran desdoblar un pequeño porcentaje de la hemicelulosa ingerida (Anon, 2005).



**Figura 1.** Sistema digestivo del pollo de engorde (Tomado de Jaime, 2010).

Los principales órganos digestivos del pollo de engorda muestran el máximo peso relativo entre los 3 y 8 días después del nacimiento, lo que hace que el tracto gastrointestinal, bajo condiciones normales, se desarrolle más rápido con relación al resto de los tejidos del cuerpo.

Las microvellosidades en el duodeno alcanzan su mayor volumen relativo a los 4 días de edad, mientras que el yeyuno e íleon, llegan a su punto máximo hasta los 10 días de edad.

El hígado crece a una velocidad dos veces mayor que el cuerpo durante la primera semana de vida, mientras que el páncreas crece a una velocidad de cuatro veces más que la del cuerpo durante el mismo periodo. Sin embargo, la producción de bilis aumenta lentamente y se encuentra deficiente durante la primera semana de vida, de ahí que no alcanza un nivel adecuado de producción hasta la cuarta semana de edad (Arce *et al.*, 2014).

### **1.8 Eficiencia en la degradación y asimilación de los nutrientes procedentes de alimentos alternativos**

Según la literatura, en los estudios que se realizaron para la sustitución parcial de los cereales con la evaluación del comportamiento productivo, solamente se tuvo en cuenta aquellos que propiciaron la máxima eficiencia económica, pero no biológica. Sin embargo, hay aspectos que no se han estudiado y que se deben analizar detalladamente como son: 1) el valor nutritivo (origen, composición química, morfológica y estructural, propiedades físico-químicas), así como el contenido de factores antinutricionales; 2) interacción de estos factores y sus efectos en los procesos digestivos y en el fisiologismo animal que pueden limitar su incorporación a las dietas; 3) optimización del uso de las fuentes fibrosas (nivel de fibra, especie, raza y categoría animal); 4) mejoramiento de su potencial energético y su contribución al metabolismo animal (Savón, 2002).

Se ha planteado que la fibra dietética, a través de las propiedades físico-químicas de sus componentes solubles e insolubles, puede ejercer varios efectos fisiológicos en el tracto gastrointestinal de las especies monogástricas, especialmente en las aves por su condición digestiva que no permite degradar altas cantidades de fibra (Gonzalvo *et al.*, 2001)

### **1.9 Efecto de la sustitución de alimentos convencionales por alimentos alternativos en los indicadores productivos y de salud en pollos de ceba**

Trómpiz *et al.* (2011) refieren que la incorporación de fuentes de proteína vegetal autóctonas en la formulación de dietas para aves de engorde, constituye una necesidad de vital importancia para el desarrollo sostenible de la industria avícola. Por ello, realizaron un ensayo para evaluar el efecto de la inclusión de harina de grano de quinchoncho en los parámetros productivos: ganancia de peso corporal, consumo de alimento, conversión

alimenticia, y mortalidad en pollos de engorde en crecimiento. Se utilizaron 200 aves hembras de la línea Cobb de un día de edad distribuidas al azar en 5 tratamientos con la inclusión de la harina: T1=0%; T2=5%; T3=10%; T4=15% y T5=20%. Durante las tres semanas evaluadas los valores promedios de las aves que consumieron las diferentes raciones no arrojaron diferencias significativas entre los tratamientos y la mortalidad fue nula.

Rodríguez *et al.* (2013) evaluaron la inclusión de levadura torula (*Candida utilis*) de vinaza como fuente proteica alternativa en la dieta y determinaron su efecto en el comportamiento productivo y rendimiento en canal de pollos de engorde. Para ello ubicaron a 1 000 aves en jaulas metálicas, desde 1 hasta 42 días de edad, según diseño completamente aleatorizado. Se establecieron tratamientos experimentales que consistieron en una dieta control (maíz-soya) y tres dietas donde se incluyó 10, 20 y 30 % de levadura torula de vinaza, con diez repeticiones cada uno. Como resultado el consumo de alimento mostró incremento ( $P < 0,001$ ) con la inclusión de la levadura y fue más marcado con 20 y 30 %, lo que influyó negativamente en la conversión alimentaria, mientras que 10 % no difirió del control y permitió la mayor ( $P < 0,001$ ) ganancia de peso vivo (1 830 g vs. 1 803 g). El peso y rendimiento en canal, con 30 % de levadura torula fue menor ( $P < 0,01$ ) que con 10 %, aunque no difirió del grupo control y el de 20 %. Los autores consideraron que se puede utilizar hasta 20 % de levadura torula de vinaza en las dietas para pollos de engorde, como sustituto parcial de la harina de torta de soya, sin afectar el comportamiento productivo y el rendimiento en canal.

González *et al.* (1997), estudiaron la utilización de la harina de raíz de batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) como fuente energética en dietas para pollos. Estos autores demostraron que la sustitución energética de harina de raíz de batata no afectó el consumo de alimentos en los distintos niveles estudiados (0, 25, 50, 75 y 100 %), en cambio, la ganancia de peso y la conversión alimenticia reportaron que el mejor nivel de reemplazo de maíz se logró con la incorporación de 25 % de harina de batata.

Otros estudios realizados por Jabib *et al.* (2002) con la evaluación del frijol caupí (*Vigna unguiculata*) como ingrediente proteico en dietas para pollos de engorde, observaron que

no hubo diferencias entre los animales que consumieron distintos niveles de este frijol y el grupo control.

También Díaz *et al.* (2000), estudiaron los parámetros productivos y químicos de pollos de engorde alimentados con tres niveles dietéticos de harina de frijol (*Vigna unguicula*) durante la fase de crecimiento, el estudio reveló que al incluir entre 5 y 10 % de este en las dietas balanceadas se mantuvieron satisfactoriamente los indicadores productivos, lo cual demostró la factibilidad económica de incluir esta leguminosa en la fórmula alimenticia.

Al desarrollar alimentos alternativos para animales, es de suma importancia, tomar en cuenta las necesidades alimenticias específicas de cada especie y etapa de crecimiento. En este sentido, Morales y Torrealba (2011) formularon alimentos balanceados para pollos de engorde, bovinos de carne y porcinos, en diferentes etapas de crecimiento con el aprovechamiento integral de materias primas tradicionales y autóctonas. En ese trabajo se lograron formular cinco raciones para cada etapa de crecimiento, con la inclusión de harina de yuca (como materia prima alternativa) en combinación con materias primas tradicionales, lo cual demostró que Venezuela cuenta con gran potencial agrícola y forestal para la alimentación adecuada de estos animales, sin necesidad de importar ingredientes, ni competir por rubros que pueden ser destinados al consumo del hombre.

Otros autores como Buitrago *et al.* (2001) desarrollaron diferentes dietas donde la harina de yuca reemplazaba hasta un 50 % de los cereales en las dietas de inicio y finalización de pollos de ceba. En todos los casos los animales experimentaron un comportamiento igual o superior que las aves que consumieron la dieta convencional a base de maíz o sorgo. El rendimiento en términos de aumento de peso, eficiencia de la conversión alimenticia y rendimiento de la canal no reflejó diferencias cuando se compararon los diferentes tratamientos. No se detectaron diferencias en la mortalidad y morbilidad, ni en la humedad de la cama de los galpones.

Algunos autores como Squibb y Wild (1957) plantearon que la harina de yuca puede reemplazar satisfactoriamente al maíz en dietas para pollitos. Sin embargo, estos autores refieren que en otros experimentos los pollos alimentados con maíz tenían un crecimiento superior comparados con los que se alimentaron con yuca (Squibb y Wild, 1957). La

depresión en el crecimiento que se observa cuando se suministra a los animales entre el 20 y 30 % de yuca puede deberse al contenido de ácido prúsico o cianhídrico en la raíz o a un inhibidor de la fosforilasa presente en la cáscara de los tubérculos de la yuca. Estos investigadores recomendaron que las dietas para pollos de engorda pueden contener hasta un 10 % sin ningún problema.

Por otra parte, Berrío y Cardona (2001) realizaron una evaluación preliminar de un alimento alternativo, basado en: maíz amarillo, hoja de quiebrabarrigo (*Trichantera gigantea*), yuca con cáscara, plátano pineo con cáscara (*Musa paradisiaca*) y soya integral cocida como reemplazo parcial de un alimento comercial para gallinas semipesadas en fase I de postura. Los tratamientos consistieron en el reemplazo del 0 (T1), 25 (T2), 50 (T3) y 75 (T4) % del alimento comercial por el alternativo; éste se formuló con similar contenido calculado sobre la base de la energía metabolizable, proteína cruda, lisina, metionina Ca y P con relación al alimento comercial. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de postura, peso del huevo, peso corporal, masa de huevo, y conversión alimenticia por docena y por masa de huevo. Se concluyó que bajo las condiciones en las cuales se desarrolló este trabajo, no se produjeron diferencias en las variables de respuesta cuando el alimento alternativo reemplaza hasta un 50% del alimento comercial; esto implica que existen importantes posibilidades de vincular recursos disponibles a nivel local en la alimentación de aves de postura con resultados similares a los que se obtienen con alimentos comerciales.

Montilla *et al.* (1975) también realizaron un experimento utilizando un diseño completamente al azar, para lo cual utilizaron pollitos Vantres x White Rock de 1 día de nacidos. Durante 4 semanas de duración se compararon las siguientes raciones: 1) una iniciadora basal (YA-0), a base de maíz amarillo, 2) la misma ración pero con sustitución parcial del maíz (30% de la ración) por harina de yuca amarga (YA-30), 3) la misma ración con sustitución total del maíz (37% de la ración), por harina de yuca amarga (YA-37). A las raciones YA-30 y YA-37 se agregó, también sustituyendo el maíz, 9 % de melaza y 2 % de grasa animal para eliminar el carácter pulverulento. Se encontraron diferencias ( $P < 0,01$ ) en incremento de peso, favorable a los tratamientos YA-0 y YA-30, así como en la eficiencia alimenticia, favorable a las raciones con menor contenido de yuca.

Además, con 36 pollos por tratamiento, distribuidos en un diseño factorial con dos replicaciones, se evaluó la harina de yuca a niveles de 18, 36 y 54 % de inclusión, lo cual sustituyó a la harina de maíz en cantidades equivalentes, con y sin suplementación de aminoácidos (0,3 % lisina y 0,2 % de metionina) y con dos niveles de proteína de origen animal (8 y 16 %). Aún cuando las raciones con un contenido de 54 % de harina de yuca resultaron inferiores a las otras, las diferencias no alcanzaron nivel de significancia estadística. Tampoco se observaron diferencias para el efecto de la suplementación con lisina y metionina y para los niveles de origen animal. La eficiencia de Conversión de alimentos tampoco fue afectada por los niveles de yuca ni por la suplementación de aminoácidos o niveles de proteína animal (Armas y Chicco, 1975).

Otros autores tales como Ochetim (1991), desarrollo un experimento para investigar los efectos nutricionales y económicos de la sustitución del maíz por harina de yuca en la dieta de pollos de ceba. En este sentido el autor observó que con la utilización de esta fuente de energía alternativa se reducía hasta un 10 % el peso vivo de los animales y en 5 % el consumo de alimentos. Sin embargo, el costo de producción se redujo en un 30 %

Con el objetivo de determinar hasta que porcentaje se puede incluir la harina de yuca en la ración de inicio, Igarza *et al.* (2014) realizaron un experimento con 40 pollitos de un día de nacidos, divididos en 4 grupos experimentales, por un tiempo de 21 días. La investigación se realizó en piso, con cama de cascarilla de arroz y con un espacio vital de un metro. Los alimentos contenían maíz, pulidura de arroz, harina de pescado y premezclas de vitaminas y minerales. A los otros tres grupos, se les suministró soya y harina de yuca en un 10, 20 y 30 % respectivamente. Los autores concluyeron que la harina de raíz de yuca puede ser una excelente fuente energética en raciones para pollos y las inclusiones de harina de raíz de yuca hasta niveles de un 30 % en raciones para pollos, no afectan los parámetros de consumo alimentario, ganancia de peso y conversión alimenticia.

Rebollar (2002) estudió el efecto de la inclusión de maíz, pasta de soya extruídos y malta de cebada en indicadores productivos de pollos de engorda. Se concluyó que la malta de cebada al 2 % y la extrusión en el maíz son alternativas que pueden mejorar algunos indicadores productivos; sin embargo, en la medida en que el costo de la extrucción del maíz disminuya el índice de la rentabilidad será mayor.

El quinchoncho se utilizó como fuente de proteínas para sustituir el concentrado de pollos de ceba. Para ello se realizó un experimento con 160 pollos y 5 tratamientos (0, 5, 10, 15 y 20 % de quinchoncho). Como resultado se observó que en los tratamientos donde se incluyó el quinchoncho se produjo la disminución del consumo de alimento, la ganancia de peso y las proteínas totales en el suero; sin embargo no se revelaron diferencias en la conversión alimenticia y en la concentración de colesterol en sangre (Saeed y Khadiga, 2007).

El efecto de la inclusión de harina de quinchoncho en la dieta de pollos de engorde se evaluó por Babiker *et al.* (2006). en indicadores productivos Para ello las dietas fueron formuladas con 0, 50, 100, 150 g por kg de alimento y se evaluaron indicadores productivos, morfológicos, hematológicos y económicos. Los resultados revelaron que no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en el consumo de alimento, consumo de energía, peso del hígado, páncreas y molleja, así como el colesterol sérico. Sin embargo, cuando se incluyeron 100 g por kg de alimento se incrementaron las proteínas y los lípidos en sangre, el incremento de metionina y lisina y se produjo una mejora en la conversión alimenticia y en el costo de producción.

El efecto de diferentes porcentos de inclusión de quinchoncho cocido en la alimentación de pollos fue evaluado por Leal (2003), para lo cual analizaron indicadores productivos y las características morfológicas de los órganos. Como resultado estos autores refieren que las aves que no consumieron el quinchoncho y se les suministró concentrado, mostraron mejor peso vivo, y menor consumo de alimento. El peso de los órganos disminuyó progresivamente en los animales que consumieron las semillas cocidas de quinchoncho. Según los autores, estos resultados se deben a que cuando se cocinan los granos, disminuye el efecto negativo de los factores antinutricionales en los diferentes órganos.

Con respecto a la utilización de la yuca para la alimentación de pollos de ceba Babatunde (2013) manifestó que puede incrementar la producción de carne de ave en los países en desarrollo porque se disminuyen los costos del experimento con 120 pollos de 22 días de edad y la aplicación de diferentes dietas que incluían 10, 20 y 30 % de yuca. Se concluyó que el suministro de un 10 % de yuca sustenta el crecimiento de los animales y la calidad

de la canal, así como, resulta más rentable económicamente que la crianza del tratamiento control, que consumió una dieta convencional.

Por otra parte, Ironkwe y Ukanwoko (2012) desarrollaron un experimento en el cual evaluaban la inclusión de yuca en la dieta de finalización de pollos de engorde a través de cinco tratamientos, donde se sustituían el 0, 25, 50, 75, 100 % Estos autores refirieron que la yuca se puede sustituir hasta un 50 %, ya el peso vivo, la ganancia de peso diaria se afectan considerablemente por la inclusión de elevadas concentraciones en la dieta.

### Conclusiones

Por estos resultados y otros de la literatura, la utilización de harinas de raíces de plantas tropicales y subproductos de cereales y granos de leguminosas, en sustitución parcial o total de los cereales para la alimentación de los monogástricos, es una de las estrategias más investigadas en la actualidad, debido a la ventaja que representa disponer de fuentes autóctonas de alimentos y poder reducir los costos, con lo que disminuyen las importaciones.

### **Bibliografía**

Altieri, M.; Funes, F.; Petersen, P.; Tomic, T. y Medina, C. 2011. Sistemas agrícolas ecológicamente eficientes para los pequeños agricultores. Foro Europeo de Desarrollo Rural 2011, Documento base. Valencia, España

Álvarez, R y De Basilio V. 2009. Sistemas de producción de aves en Venezuela. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay Venezuela

Anon. 2005. Anatomía y fisiología de los sistemas digestivos. Apuntes para la asignatura Anatomía y Fisiología Animal. Carreras de Bromatología y Licenciatura en: Bromatología. FCA. UNCuyo

Arce, J.; López, C. y Ávila, E. 2014. Conceptos Generales del aparato digestivo en el pollo de engorda. Los Avicultores y su Entorno 80. Disponible en: <http://bmeditores.com/>. Fecha de consulta: 3 de octubre de 2014



- Armas, A.E. y Chicco, C.F. 1975. Evaluación de la harina de yuca (*Manihot esculenta*) en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical*. 23(6): 593-599
- ASERCA, 2008. Reporte diario de precios de contado de Maíz en diversos mercados internacionales (Maíz amarillo del golfo). Disponible: [www.infoaserca.gob.mx](http://www.infoaserca.gob.mx). Consultado: 27 de agosto 2014
- Babatunde, B.B. 2013. Effect of feeding cassava wastes on the performance and meat quality of broiler chickens. *Mal. J. Anim. Sci.* 16(2):63-73
- Babiker, H. A.; Khadiga, A.; A. y Salah, M. E. 2006. Effect of feeding different levels of soaked pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds on broilers chickens performance and profitability. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences* 1(1): 1-4
- Benítez, C. y Pfeifer, H. 2006. El maíz: Origen, composición química y morfología. *Materiales avanzados* 7: 15-20
- Berrío, A. M. y Cardona, M. 2001. Evaluación productiva de una dieta alternativa como reemplazo parcial de concentrado comercial en aves de postura. *Rev Col. Cienc. Pec.* 14 (2): 155-163
- Buitrago, J. 1990. La Yuca en la Alimentación Animal. Cali. CIAT, p. 68-70
- Buitrago, J.; Gil, J.L. y Ospina, B. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación y al desarrollo de la yuca. Fondo Nacional Avícola. Bogotá Colombia. Pág. 29-38
- Caballero Grande Roberto. 2000 Suplemento agropecuario Tecnológico “Campo” Tucumán/ Argentina. Año I-No 2, Pág7
- Cook, J. y Rosas, S.C. 1975. Ecophysiology of cassava. *Memories of Symposium of Ecophysiology of Tropical Crops*. Manaus, Brasil. P.4
- Coromoto, Y. y Rosario, E. 2014. Patios productivos como alternativa para el desarrollo de la agricultura sustentable. Trabajo de pasantía presentado en la universidad de los

Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar por el título de Técnico Superior Pecuario Pág 20

Cueva, Marcela; Gómez, Claudia y Romero, H. 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratada en pollos de engorde recién nacidos. Colombia J. of Anim. Sci. 15 (3)

Díaz, J. y Valdivié, M. 1999. La yuca: una fuente energética alternativa para la alimentación porcina y aviar. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 19

Díaz, M.F.; Padilla, C.; Gonzalez, A. y Mora, C. 2000. Estudio comparativo de la producción de *Vigna unguiculata* para la alimentación animal. Rev. Cubana Cienc. Agric. 34: 369-374

Ene-Obong, A. y Carnovale, W. 1992. A comparisson of the proximate, mineral and amino acid composition of some known and lesser known legumes in Nigeria. Food Chem. 86:175

FAO, 2006. Perspectivas alimentarias (análisis de los mercados internacionales). Ed. FAO. Roma, Italia. No.2 p.69

FAO, 2010. Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. No.3.p.9

FAO. 2011. Perspectivas Alimentarias: Análisis de los Mercados Mundiales. Junio 2011

Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). 1989. El cultivo del quinchoncho (*Cajanus cajan*). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Serie Paquetes Tecnológicos No. 7, Maracay, Venezuela. 50p

Giménez, A. Sierra, F. y Díaz, V. 2010. Siembra y comercialización de rubros del área Hortícolas en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela

González, A., Romero, M. y De Basilio, V. 1997. Utilización de la harina de raíz de batata

- (*Ipomea batata* (L.) Lam.) como fuente de energética en dietas para pollos de engorde. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (supl. 1) 313-315
- Gonzalvo, S., Nieves, D., Ly, J., Macías, M., Carón, M. y Martínez, V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. Livestock Res. Rural Devel. 13:66
- Grau, G. 2010. Capacidad alergénica de la proteína del quinchoncho (*Cajanus cajan*). Tesis de maestría en Ciencias de los alimentos. Universidad Simón Bolívar. Pág. 10
- Higuera, A.; Trompiz, J.; Ventura, M. 2011. *Cajanus cajan*, leguminosa forrajera en la alimentación animal: Una alternativa en la producción animal sustentable. Editorial Académica española. Pág 1-56
- Howeler, R.H. y Cadavid, L. 1983. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during 12 months grow cycle of cassava. Field and Research 7:325
- Igarza, A.; Fernández, A. y Vega, M. 2014. Efecto de la inclusión de la harina de yuca (*Manihot esculenta*) en dietas de crecimiento para pollos de engorde. En: <http://www.buscagro.com/biblioteca/Granma/IgarzaPulles.pdf>. Consultado: 15 octubre 2014.
- Instituto Nacional de Nutrición. 1983. tabla de composición de alimentos para uso prácticos. Caracas: serie de cuaderno Azules de INN
- Instituto Nacional de Nutrición. 1999. Tabla de composición de alimentos para uso prácticos. Caracas: serie de cuaderno Azules de INN
- Ironkwe, M.O. y Ukanwoko, A.I. 2012. Growth performance of broiler finisher birds fed composite cassava meal. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.1 (6): 30 – 34
- Jabib L., Barrios P. y Vega A. 2002. Evaluación del frijol caupi (*Vigna unguiculata*) como ingrediente proteico en dietas para pollos de asadero. Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Revista MVZ Córdoba 7(1). Universidad de Córdoba. Montería, Colombia

Jaime, A. 2010. Digestión en aves de engorde. Disponible en:

<http://alejandrajaimeperez.wordpress.com/2010/03/11/digestion-en-aves-de-engorde/>.

Fecha de consulta: 13 de octubre de 2014

Leal, L. 2003. El quinchoncho es el grano más nutritivo y menos producido en Venezuela.

Disponible en: <http://www.mipagina.cantv.net>. Consultado > 18 de octubre 2014

León, A. y Angulo, I. 1989. Materias Primas Alternativas Para la Producción de Alimentos Concentrados para Animales en Venezuela II. Fuentes proteicas. FONAIAP DIVULGA No. 32

León, A.M. y Angulo, I. 1989a. Materias primas alternativas para la producción de alimentos concentrados para animales en Venezuela. I. Fuentes energéticas. FONAIAP Divulga No 31

Lezcano, P. 2004. Alternativa para el procesamiento y utilización de los alimentos no convencionales. Conferencia UNA

Montilla, J. y Castillo, P. P. y Wiedenhofer, H. 1975. Efecto de la incorporación de harina de yuca amarga en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical* 25(3): 259-266

Morales, J. y Torrealba, M. 2011. Formulación de alimentos balanceados para pollo, bovinos de carne y porcinos, considerando diferentes etapas de crecimiento, utilizando materias primas alternativas. fuente

Ochetim, S. 1991. The use of cassava in broiler feeding in the south pacific. *AJAS* 4 (3): 241-243

Orozco, R.; Melean, Rosana y Rodríguez, A. 2004. Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Rev. Venezolana de Gerencia*. 9:28, pp.127

Padmaja, G. 1995. Cyanide detoxification in cassava for food and feed uses. *Crit Rev Food Sci. Nutr.* 35(4):299-339

- Paliwall, R. 2000. El maíz en los trópicos. Documento de la FAO. Disponible en:  
<http://www.fao.org/documents/es/detail/60342>. Fecha de consulta: 3 de octubre de 2014
- Praderes, G., García, A. y Pacheco, E. 2009. Caracterización físico-química y propiedades funcionales de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) obtenida por secado en doble tambor rotatorio. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 35(2): 79-84
- Ravindran, V. 2014. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Revisión del desarrollo avícola. FAO. En:  
<http://www.fao.org/docrep/016/al706s/al706s00.pdf>. Consultado: 25 de octubre 2014
- Rebollar, M.E. 2002. Evaluación de indicadores productivos de pollos de engorda al incluir maíz extruído, pasta de soya y malta de cebada. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. Colombia.
- Rodríguez, B.; Valdivié, M.; Lezcano, P y Herrera, M. 2013. Evaluación de la levadura torula (*Candida utilis*) obtenida a partir de vinaza de destilería en dietas para pollos de engorde. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 47(2): 183-188
- Ruiz 1991. Algunos conceptos de la fibra y su utilización en la nutrición de laves. *Soya Nutrición*, 26:14
- Saeed, M.S.; Khadiga, A. y Abdel, A. 2007. Inclusion of pigeon pea (*Cajanus cajan*) seed on broiler chick's diet. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences* 2:1-4
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36 (2): 91-102
- Soler, D. M. y Fonseca, J. A. 2011. Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 2 (1): 29-43
- Squibb, R. L. y Wild, M. K. 1957. Effect of yucca meal in baby chick rations *Turrialba* 1(6): 298-299.

- Suárez, L. y Mederos, V. 2011. Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tendencias actuales. *Cultrop*. 32 (3)
- Tagliapietra, F. (2014). América produce el 45% de carne de pollo a nivel mundial. Publicado por *GentedeHoy* en enero 14, 2014 a las 8:10 pm. En <http://www.gentede hoy.com/site/2014/01/america-produce-el-45-de-carne-de-pollo-nivel-mundial>. Consultado 12 de octubre 2014
- Torres, A. 2001. Estudio comparativo de harinas de caraotas blancas y quinchonchos con y sin cascara y su incorporación en mezclas para elaborar un producto de consume masivo. Trabajo de ascenso a Profesor Agregado. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela
- Torres, A. y Guerra, M. 2003. Sustitución parcial de la harina de maíz precocida por harina de quinchoncho (*Cajanus Cajan*) para la elaboración de arepas. *INCI* 28 (11): 660-664
- Torres, A.; Frias, J.; Granito, M. y Vidal, C. 2007. Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products, Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem*. 101: 202-211
- Trómpiz, J.; Rincón, H.; Fernández, N.; González, G.; Higuera, A. y Colmenares, C. 2011. Productive parameters in broiler fed with pigeon pea grain meal during growth phase. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 28 Supl. 1: 565-575
- Turner, J. 1999. Ganadería industrial y medio ambiente. Comparision in world Farming Trust. Alicante, España
- Valdivié, M.; Leyva Coralia, Cobo; R.; A. Ortiz; Dieppa, Oraida y Febles, Milagros. 2008. Sustitución total del maíz por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en las dietas para pollos de engorde. *Rev. Cubana Ciencia Agric*. 42:1, p.61-64
- Wikipedia, 2014. Maíz (*Zea mays* L.). Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Zea\\_mays](http://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays). Fecha de consulta: 3 de abril de 2014