



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Harina de frejol de gandul (*Cajanus cajan* L.) como fuente de
proteína para la alimentación de cerdos.

AUTOR:

Edwin Klinsmann Ocaña León

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

El frejol gandul (*Cajanus cajan* L.) es una leguminosa de grano con elevado valor nutritivo, procedente de la India, es considerada como una planta forrajera y un arbusto perenne que crece de 1-3 metros de altura. El frejol Guandul aporta grandes contenidos proteicos que son utilizados como alimentación humana, animal y en subproductos para alimentos. El guandul es utilizado como semilla entera, descortezadas, en harina y como forraje o abono verde. Esta planta puede ser utilizada como proteína suplementaria en la dieta de diferentes animales, por lo que el presente documento se enfocó en la investigación de las propiedades proteicas y nutrición del gandul como alimentos para cerdos. El gandul es capaz de producir hasta 50 toneladas por hectárea de forraje con 20% de proteína bruta en base seca, y niveles de fósforo y manganeso capaces de cubrir los requerimientos nutricionales del ganado. Este se caracteriza por su calidad nutricional destacando su contenido de carbohidratos, minerales, vitaminas, fibras, ácidos grasos y aminoácidos y principalmente por presentar un 20% de proteína lo cual lo hace una de las leguminosas con más alto valor proteico. El uso de la harina de gandul como fuente de alimentación proteica se ha desarrollado desde hace varios años en nuestro país, exportando a diferentes países como Costa Rica, EE. UU, entre otros. Sin embargo, lo que marca la diferencias son los costos de producción del gandul, que son mucho menor comparadas a con otras leguminosas. Esto hace que su producción sea factible por a su calidad proteico y nutricional sea considerada como una excelente fuente de alimento para la producción porcícola.

Palabras claves: Cerdos, Proteína, Nutrientes, Alimentación, Gandul.

SUMMARY

The pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) is a grain legume with high nutritional value, from India, it is considered a forage plant and a perennial shrub that grows 1-3 meters high. The Guandul bean provides high protein content that is used as human food, animal food and in by-products for food. The pigeon pea is used as whole seed, debarked, in flour and as fodder or green manure. This plant can be used as a supplementary protein in the diet of different animals, so this document focused on the investigation of the protein properties and nutrition of pigeon peas as feed for pigs. The pigeon pea is capable of producing up to 50 tons per hectare of forage with 20% crude protein on a dry basis, and levels of phosphorus and manganese capable of meeting the nutritional requirements of cattle. This is characterized by its nutritional quality, highlighting its content of carbohydrates, minerals, vitamins, fibers, fatty acids and amino acids and mainly for presenting 20% protein, which makes it one of the legumes with the highest protein value. The use of pigeon pea flour as a protein food source has been developed for several years in our country, exporting to different countries such as Costa Rica, USA, among others. However, what makes the difference is the production costs of pigeon peas, they are much lower compared to other legumes. This makes its production feasible and, due to its protein quality, it is nutritionally considered an excellent source of food for pig production.

Keywords: Pigs, Protein, Nutrients, Feeding, Pigeon peas.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLOGICO.....	3
1.1 Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General.....	4
1.5. Fundamentación teórica	5
1.5.1 Generalidades del frijol gandul	5
1.5.2. Características morfológicas del gandul	6
1.5.3. Producción.....	7
1.5.4. Contenido nutricional	8
1.5.5. Harina de Gandul.....	10
1.5.6. Requerimientos nutricionales de los cerdos	11
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Metodología de la investigación	12
CAPÍTULO II	13
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	13
2.1. Desarrollo del caso	13
2.2. Situaciones detectadas.....	13
2.3. Soluciones planteadas.....	14
2.4. Conclusiones	15
2.5. Recomendaciones	15
BIBLIOGRAFÍA	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional del guandul.....	10
Tabla 2: Composición química y nutricional semillas cruda.....	10
Tabla 3: Perfiles de Aminoácidos de semillas crudas y cocidas de guandul (g/16 g N).....	11
Tabla 4: Necesidades nutricionales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado	12

INTRODUCCIÓN

El frèjol gandul (*Cajanus cajan* L) es una leguminosa de grano con elevado valor nutritivo, procedente de la India, considerada como una planta forrajera y un arbusto perenne que crece de 1-3 metros de altura, además representa una fuente importante de proteína de 18,0 % a 25,0 % (López 2019).

Por su parte el mismo autor menciona que 100 g de grano seco de gandul contiene 15,2 % de humedad; 22,3 % de proteína; 1,7 % de grasa; 3,6 % de cenizas; 57,2 % de carbohidratos; caroteno evaluado como vitamina A 220 UI y vitamina B1 0,72 mg; constituyéndose la harina de gandul como una opción para la elaboración de productos con alto contenido de proteína que conlleva al aumento del valor nutricional de los mismos (Borja 2017).

El guandul debido a sus propiedades se encuentra entre las primeras ocho leguminosas más cultivadas alrededor del mundo, el guandul está en el tercer lugar con un contenido proteico de 25%, siendo ya soya que ocupa el primer lugar con 38%, seguido por la lenteja con 28% (Ríos 2016).

Haciendo énfasis que el cerdo es un animal doméstico en nuestro país y a nivel mundial su consumo va en aumento es utilizado como fuente de alimentación humana para la mayoría de la población, es importante mantener una adecuada alimentación de los cerdos a fin de lograr un adecuado crecimiento y garantizar la calidad de su carne (Chambilla 2014).

El crecimiento de los cerdos está estrechamente ligado al aporte de aminoácidos proveniente de la cantidad de proteína en su dieta, dependiendo de su consumo y eficiencia con el uso de nutrientes para el crecimiento y el desempeño de otras funciones productivas son de suma importancia (Alcívar 2021).

El gandul es una fuente rica en carbohidratos, minerales y vitaminas. La calidad nutricional de los granos descascarillados de las variedades rojas y

blanca contienen grasas, fibras, ácidos grasos esenciales y componentes de vitamina E (Navarro *et al.* 2014).

Existe la alimentación para cerdos que están a nuestro alcance económico, los mismos tienen como base el maíz, trigo y cebada. En la actualidad se están utilizando nuevas alternativas para la alimentación, como los rastrojos de arroz, la soya y también frejol gandul, siendo este último de interés para el presente estudio (Osorio 2018).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLOGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente documento se desarrolló con la finalidad de identificar la importancia que presenta la harina de frejol gandul como una fuente proteica para la alimentación de los cerdos y conocer sobre el impacto económico de su uso.

1.2. Planteamiento del problema

La harina de gandul, se está implementando ya hace mucho tiempo en la alimentación de diferentes explotaciones agropecuarias como componente integral de los sistemas de alimentación animal a nivel mundial, como una forma de mantener el abastecimiento de los alimentos para los cerdos de carne durante todo el año. Sin embargo, no se le ha dado la importancia que merece por el bajo conocimiento que tienen los productores sobre las propiedades que aporta esta planta como suplemento alimenticio para los cerdos.

En la actualidad la explotación porcícola específicamente en la producción para carne, ha presentado gran impacto en el consumo alimenticio en la sociedad contemporánea, demostrando de esta forma su elemental importancia y con ello crece más la demanda del mercado siendo esta una dificultad para los porcicultores, debido al alto costo de los granos que son utilizados para elaborar el alimento de los cerdos, muchos pequeños porcicultores han sufrido las consecuencias provocando que bajan la cantidad de producción y muchos han dejado este rubro atrás ya que consideran que como pequeño porcicultor no es rentable esta producción.

1.3. Justificación

El uso de la harina de gandul como fuente de alimentación proteica se ha desarrollado desde hace varios años en nuestro país, exportando a diferentes países como Costa Rica, EE. UU, entre otros. En el Ecuador una de las provincias con mayor producción de frejol de gandul es Manabí, con aproximadamente 1000 productores. Desde hace varios años no solamente se incluye como alimentación humana sino como una fuente de alimentación proteica para el ganado porcino. El frejol Gandul es de gran importancia económica para la alimentación de los cerdos, ya que esta planta es fácil de cultivar, resiste a sequias y se adapta muy bien al trópico (Miranda 2020).

Por los factores expuestos en el planteamiento del problema, y tomando como prioridad mejorar la alimentación en la producción de cerdos, buscando alternativas más económicas que aporten una excelente cantidad de nutrientes para mantener una alimentación balanceada en los cerdos. Se justifica la necesidad de conocer los beneficios que podría aportar la harina de gandul como fuente de proteína alternativa para su alimentación. Por lo que mediante la presente investigación se recopiló información que permita profundizar en los aportes nutricionales de la harina de frejol gandul (Mendoza 2022).

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Estudiar o Revisar la importancia de la harina de frejol gandul como fuente proteica para la alimentación de los cerdos

1.4.2. Específicos

- Identificar los nutrientes aportados por el frejol gandul como fuente proteica alternativa en la alimentación de cerdos

- Establecer las ventajas y Desventajas el impacto económico del uso de la harina de frejol de gandul en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y acabado

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1 Generalidades del frijol gandul

Osorio (2018) menciona que, el frejol guandul registra diversos antecedentes de que fue cultivado en el sur de Asia en la India hace 3000 años aproximadamente, sin embargo, su origen es discutido entre India y África Tropical.

Según Cedano (2016) señala que:

El gandul fue introducido a América por Cristóbal Colón, Sin embargo existen otras historias no verificadas, donde mencionan que muchos esclavos africanos escondían en su pelo rizado las semillas de gandul, quienes soñaban con su libertad y sabían que si tenían esas semillas no morirían de hambre. Siendo esta historia muy destacada por el significado que representa.

El gandul también se conoce con diferentes nombres, los cuales van a depender de la región e incluso del país donde se encuentra, destacándose así los siguientes: frejol caballero, fríjol de palo, fríjol arveja, cachito, chícharo, quinchoncho o Juan Duro (Osorio 2018).

El gandul debido a sus propiedades se encuentra «entre las primeras ocho leguminosas más cultivadas alrededor del mundo, el guandul está en el tercer lugar con un contenido proteico de 25%, siendo ya soya que ocupa el primer lugar con 38%, seguido por la lenteja con 28%» (Ríos 2016).

Chóez (2020) comenta que «el frejol Guandul es considerado como una leguminosa, que aporta grandes contenidos proteicos que es utilizado como alimentación humana, animal y en subproductos para alimentos y forraje para el desarrollo, crecimiento del cerdo, favoreciendo la ganancia de peso del animal».

Es una planta tropical de verano que prefiere climas calurosos y húmedos. Crece bien en rangos de temperaturas de 18 °C y 30 °C, puede soportar más de 35 °C, prefiere aquellas zonas donde existen al menos 625 mm/año y hasta 2 000 mm/año (FAO 2018).

1.5.2. Características morfológicas del gandul

Según la FAO (2018) «el gandul es una especie herbácea, erecta, arbustiva y leñosa, puede llegar a medir 5 m de altura. Es considerada una planta perenne debido a que puede vivir alrededor de 3 a 5 años, pero comúnmente se cultiva como anual».

Cedano (2016) y Carvajal *et al.* (2016) mencionan lo siguiente:

Sus raíces son pivotantes complejas, pueden llegar medir hasta 3 m de profundidad, presenta un rápido crecimiento, por lo que puede tolerar periodos de sequía y condiciones de suelos pobres (...) sus raíces presentan nódulos que se pueden visualizar a partir de las 3 semanas después de la siembra: los más jóvenes son los más activos en la fijación.

Ríos (2016) y González (2020) comentan que:

El tallo del gandul mide alrededor de dos metros de altura su maduración se puede dar entre cinco a seis meses. «Su tallo es pubescentes, fuertes y leñosos en la base; son resistentes, de forma cilíndrica, de coloración verde púrpura, con ramificaciones primarias, secundarias y terciaria» Las hojas del gandul son trifoliadas

compuestas, alternadas, lanceolados, distribuidas en forma espira, pueden llegar a medir entre 2,5 cm a 15 cm de largo y de ancho entre 2 cm a 5 cm; el haz de la hoja presenta una coloración verde oscuro y su envés de color verde claro grisáceo.

Catillo *et al.* (2016) y Suárez *et al.* (2015) señalan que «presenta floración semideterminada. son de diversos colores: amarillas sin nerviaciones, naranjas, rojas sangre o amarillas con estrías moradas. Poseen brácteas pequeñas o grandes y caducas y carece de bractéolas, con 5 a 10 flores nacidas en el pedúnculo axilar».

Los frutos son considerados como vainas, planas, oblongas, pueden llegar a medir entre 5 cm a 13 cm de largo, 12 mm a 17 mm de ancho y están ubicadas en septos entre las 2 a 9 semillas. Las vainas pueden ser de color verde, esto va a depender de la variedad (FAO 2018).

1.5.3. Producción

Chóez (2020) señala que «en el año 2016 la producción de fréjol gandul en la provincia de Los Ríos fue de 14.000 hectáreas aproximadamente, así mismo indicó que alrededor del 90% de esta leguminosa es destinada para la exportación».

Borja (2017) el gandul destinado a la exportación, primero es sometido a diversos procesos y luego es enlatado. Las 100 libras tienen un costo de 300 y 400 dólares. La hectárea produce 20 y 40 quintales de Gandul, la cosecha es de 2 y 3 meses.

Calderon (2016) manifiestas que:

Las vainas presentan más del 95% completamente secas, este sucede cuando la plantación se encuentra entre los 90 y 120 días después de la siembra, ya que su maduración no es uniforme la cosecha dura aproximadamente tres meses. La cosecha puede ser

con cosechadora mecánica, o en caso de plantaciones de traspatio se hace de forma manual.

Castillo *et al.* (2016) menciona que la producción de forraje verde de gandul, con 25% de materia seca, es capaz de producir hasta 50 toneladas por hectárea de forraje con 20% de proteína bruta en base seca, y niveles de fósforo y manganeso capaces de cubrir los requerimientos nutricionales del ganado.

En vainas verdes se registra que puede producir alrededor de 1.000 y 9.000 kg/ha, mientras que en semillas que ya se encuentran secas tienen la capacidad de alcanzar los 2.500 kg/ ha, siendo el promedio establecido de 600 kg/ha (Castillo *et al.* 2016).

1.5.4. Contenido nutricional

El gandul es una fuente rica en carbohidratos, minerales y vitaminas. La calidad nutricional de los granos descascarillados de las variedades rojas y blanca contienen grasas, fibras, ácidos grasos esenciales y componentes de vitamina E (Navarro *et al.* 2014).

Ríos (2016) y Gonzales et al. (2016) comentan que:

El frejol Guandul es de gran importancia económica para la alimentación de los cerdos, ya que esta planta es fácil de cultivar, resiste a sequías y se adapta muy bien al trópico. La suplementación de Guandul con aminoácidos (Lisina, Metionina y Triptófano) ha demostrado tener mejores resultados en rendimiento de ganancia de peso y conversión alimenticia.

Según Borja (2017) explica que:

El gandul presenta numerosos oligoelementos y es considerada como una excelente fuente de vitaminas solubles como: riboflavina, Tiamina, Niacina y Colina. Cuando el gandul se consume verde presenta 5 veces más vitaminas C y A que la arveja (*Pisum sativum*).

Según estudios realizados por Navarro *et al.* (2014) en la siguiente tabla se presenta la composición nutricional y química del guandul (Tabla 1):

Tabla 1: Composición nutricional del guandul y la soya

Contenido en 100 g de parte comestible		
Descripción	Soya	Gandul
Calorías, cal	422	336
Humedad, g	9,5	14
Proteína, g	31	19,5
Grasa, g	16,1	1,4
Carbohidratos, g	38,1	61,4
Cenizas, mg	5,2	3,7
Calcio, mg	210	100
Fosforo, mg	500	400
Hierro, mg	8,9	5,2
Vitaminas A, UI	40	90
Tiamina, mg	0,77	0,61
Rivoflabina, mg	0,15	0,10
Niacina, mg	2,2	2
Ácido ascórbico	9	4

Tomado por Navarro 2014

Tabla 2: Composición química y nutricional semillas crudas

Paámetro	Autores		
	Butt y Batool [17]	Akemnde et al.[18]	Etonihu et al.[19]
Humedad (%)	11.07+0,5		6,49
Proteína seca (%)	22.01+1,00	21,03	18,65
Grasa cruda (%)	2.03+0,09	4,43	1,80
Fibra cruda (%)	+	7,16	10,27
Ceniza (%)	3,96+ 0,18	3,76	4,92
NFE (%)	63,80+ 2,90		57,87

Tomado por Navarro 2014

Las proteínas de guandul son una rica fuente de aminoácidos esenciales como lisina, valina, treonina y fenilalanina pero por lo general son deficientes en el contenido de aminoácidos azufrados como cisteínas y metionina (Navarro *et al.* 2014).

Tabla 3: Perfiles de Aminoácidos de semillas crudas y cocidas de guandul (g/16 g N).

Aminoácidos	Semillas	
	Cruda	Cocidas
Lisina	7.99	7.55
Histidina	3.66	2.88
Arginina	5.86	6.18
Ac. Aspártico	11.56	12.20
Treonina	3.12	3.28
Serina	3.59	3.31
Ac. Glutámico	9.23	14.21
Prolina	3.17	3.16
Glicina	3.07	3.36
Alanina	3.79	4.06
Cisteína	1.19	0.69
Valina	5.85	4.87
Metionina	1.19	0.89
Isoleucina	3.47	2.73
Leucina	6.78	7.23
Tirosina	2.63	2.86
Fenilalanina	6.15	5.54
Triptófano	ND	ND

Tomado de Osorio 2018.

1.5.5. Harina de Gandul

Ríos (2016) menciona que la harina de gandul «es el resultado que se obtiene de la molienda de las semillas del Guandul y dependiendo del tamaño de las partículas pueden ser sémolas o harinas, las cuales son utilizadas para diferentes propósitos.

León *et al.* (2015) realizó un proyecto investigativo donde se realizó:

Evaluaciones de tres niveles de harina de gandul como alternativas de proteína en dietas en las fases de crecimiento y acabado de cerdos». Para estas evaluaciones utilizaron como fuente proteica la harina de gandul, en m niveles de 10% 20% 30% y 40%. Obteniendo que en los niveles de 20 a 30% se obtienen mejores resultados mostró el mejor aumento promedio diario de peso con un valor promedio de

0.69 Kg, el consumo promedio diario de alimento fue de 1.80 Kg y una conversión alimenticia promedio de 2.61, en los resultados se resaltó que los cerdos alcanzaron el peso requerido de 90 Kg en once semanas con seis días (83 días).

Los mismos autores indican que los niveles superiores a 30% muestran disminución de la digestibilidad ideal de materia seca aparéntenme, también agrego que hacen decrecer la participación del intestino grueso de los cerdos en la digestión de nutriente.

1.5.6. Requerimientos nutricionales de los cerdos

Es necesario conocer todos los nutrientes críticos que necesitan el cerdo para así lograr establecer el racionamiento preciso que cubra sus necesidades nutricionales, a continuación, se detalla una tabla de las necesidades nutricionales de cerdos. (Borja 2017).

Tabla 4: Necesidades nutricionales de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. **Tomado de León et al. 2015.**

Niveles de ingestión y rendimiento	
Aumento promedio diario de peso esperado (Kg/día)	0.76
Consumo promedio diario esperado (Kg/día)	2.51
Conversión alimenticia esperada (consumo/aumento)	3.25
Ingestión de energía metabolizable (Kcal/día)	8192.5
Ingestión de proteína (gr/día)	380
Requerimiento (% o cantidad/Kg. de dieta)	
Nutriente	
Concentración de energía (Kcal. EM/Kg. de dieta)	3267.5
Proteína	15
Aminoácidos indispensables (%)	
Arginina	0.18
Histidina	0.20
Isoleucina	0.42
Leucina	0.55
Lisina	0.68
Metionina + cistina	0.38
Fenilalanina + tirosina	0.61
Treonina	0.44
Triptofano	0.11
Valina	0.44
Ácido linoleico	0.10

1.6. Hipótesis

Ho= El frejol de gandul no es una excelente fuente de proteína para la alimentación de cerdos.

Ha= El frejol de gandul es una excelente fuente de proteína para la alimentación de cerdos.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la investigación, se recopiló información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas, artículos y material bibliográfico de carácter científico, que permitió alcanzar resultados importantes para el proceso de la investigación.

La información obtenida fue sometida mediante diversas técnicas como los procesos de análisis, síntesis y resumen, en relación a temas afines sobre la harina de frejol de gandul como fuente de proteína alternativa para la alimentación de cerdos.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

2.1. Desarrollo del caso

Existen muchos ejemplos de sistemas agrícolas exitosos, caracterizados por su gran diversidad de cultivos y de animales domesticados, por el mantenimiento y mejora de las condiciones edáficas y por su gestión del agua y de la biodiversidad, basados todo ellos en conocimientos tradicionales

El gandul es utilizado como semilla entera, descortezadas, en harina y como forraje o abono verde. Esta planta puede ser utilizada como proteína suplementaria en la dieta de diferentes animales, por lo que el presente documento se enfocó en la investigación de las propiedades proteicas y nutrición del gandul como alimentos para cerdos.

El gandul presenta numerosos oligoelementos y es considerada como una excelente fuente de vitaminas solubles como la Riboflavina, Tiamina,

Niacina y la Colina. Cuando el gandul se consume verde presenta 5 veces más vitaminas C y A que la arveja.

2.2. Situaciones detectadas

El gandul es una leguminosa arbustiva, que se caracteriza por su alto valor nutricional, versatilidad agronómica, y múltiples usos; además de contribuir a la sostenibilidad alimentaria en regiones tropicales y subtropicales. Por sus beneficios nutricionales y medicinales, se considera un alimento funcional para los humanos.

El gandul se presenta como alternativa de producción para los pequeños productores agrícolas por las cualidades de recuperadora de suelos que

presenta esta planta, debido a que durante su ciclo desecha gran cantidad de hojas secas y flores formando una cobertura sobre el suelo, que aporta gran cantidad de biomasa y materia orgánica al suelo.

El gandul es utilizado como suplemento alimenticio no solo para los cerdos, también es implementado en diversas producciones entre ellas se encuentran el ganado destinado a la producción de carne, conejos, cuy, pollos de engorde, ente otras.

El gandul presenta una fuente rica de carbohidratos, minerales, vitaminas C y A, aminoácidos. Se debe tener en cuenta los niveles de gandul siendo los más óptimos los de 20 a 30%, así se logra obtener mejores resultados respecto a su digestibilidad.

La alimentación de cerdos con fines productivos depende del alimento concentrado. Generalmente, este no es de fácil obtención, debido a la limitación de materia prima para las industrias, por lo que en muchas ocasiones se reemplaza por el alimento destinado a otras especies.

2.3. Soluciones planteadas

La harina de gandul posee una composición química y aminoacídica adecuada para su utilización en la alimentación animal. Se puede incluir la harina de semilla hasta 25 % en la alimentación de los cerdos, sin afectar los principales indicadores productivos y de calidad.

Los niveles de gandul en cantidades adecuadas pueden evitar diferentes problemas a futuro sobre la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes por parte de los intestinos de cerdo, ya que una alta concentración del gandul afecta directamente en la adsorción de los nutrientes.

Debido a sus elevados porcentajes de proteína de 18-21 % en seco y 8% en verde, dependiendo de la variedad, esta leguminosa se muestra como una buena opción para ser usada en la elaboración de alimentos balanceados, en sustitución del grano de soya que presenta costos de producción mucho más

elevados y altos precios en el mercado en los últimos años.

Los productores porcícolas aceptan al gandul y sus excelentes cualidades nutricionales, destacando su alto contenido de proteína, ya que esta planta presenta un fácil manejo, resistente a sequias, se adapta muy bien al trópico y presenta buenos estándares de producción.

2.4. Conclusiones

De la presente investigación se concluyó:

Se puede concluir que la harina de frejol gandul presenta una gran importancia económica para la alimentación de cerdos, ya que contiene diferentes aminoácidos como la Metionina, Lisina y Triptofato, que obtienen mejores rendimientos en lo que respecta a la ganancia de peso y conversión alimenticia.

También se puede concluir que el gandul se caracteriza por su calidad nutricional destacando su contenido de carbohidratos, minerales, vitaminas, fibras, ácidos grasos, aminoácidos y principalmente por presentar un 20% de proteína considerándose unas de las 3 primeras leguminosas con un alto porcentaje proteico.

2.5. Recomendaciones

Se recomienda:

A pesar de la calidad proteica y nutricional que presenta el gandul es necesario proporcionar los niveles de dosis recomendadas que son del 20 al 30% con el fin de evitar la disminución de la digestibilidad en cerdos de fase de crecimiento y acabado.

No superar los niveles de 40% ya que en diversas investigaciones se logró recopilar que existe digestibilidad por parte del intestino grueso por lo que repercute en la ganancia de peso en el animal.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, J. 2021. Morfometría en órganos accesorios del tracto gastrointestinal (TGI) en pollos de engorde alimentados con harina de frijol de palo (*Cajanus cajan*). Trabajo de titulación Ingeniero Agrónomo, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. 28p.
- Borja, J. 2017. Diseño de un sistema de costeo para el proceso de producción y comercialización del frejol guandul y el procesamiento de harina guandul en el Valle del Chota. Trabajo de titulación Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 45p.
- Calderón, E. 2016. Evaluación de cinco niveles de harina de grano de guandul (*Cajanus cajan*) en mezclas balanceadas para el engorde de conejos. Trabajo de titulación Ingeniero Agropecuario, Universidad de San Carlos de Guatemala. Chiquimula, Guatemala. 15p.
- Carvajal, U., Martínez, C., Truque, N. 2016. Digestibilidad de la harina de guandul (*Cajanus cajan*) en alimentación de pollos de engorde. Biotecnología del sector agropecuario. 14(1):87-94. DOI: <https://doi.org/10.18684/BSAA>.
- Castillo, C., Narváez, W., Hahn-Von-Hessberg, C. 2016. Morfología y usos del *Cajanus cajan* L. Boletín Científico, Museo de Historia Natural. 20(1):45-78. DOI: <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.5>. ISSN 0123-3068
- Cedano, J. 2006. Guía Técnica Cultivo de Gandul. Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal – CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 84 p. ISBN: 978-99934-59-06-4.
- Chambilla Cala, E. 2014. Efecto de tres niveles de harina de semilla de guandul (*Cajanus cajan* L. Millsp), en el crecimiento de pollos parrilleros de la línea ross 308 en el cantón Santa Fe de la Provincia Caranavi. Tesis Ingeniería

Agronómica, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 107p.

Chóez, G. 2020. Producción del fréjol gandul (*Cajanus cajan*) y su aporte al desarrollo socio-económico de los productores del cantón Pedro Carbo. Trabajo de titulación Ingeniero Agrónomo, Universidad Estatal del sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. 36p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Legumbres: Pequeñas semillas, grandes soluciones. 1ra edición, FAO. Ciudad de Panamá, Panamá. 292p. ISBN 978-92-5-131129-5.

González, K. 2020. Guandul (*Cajanus cajan*), Leguminosa Arbustiva. Consultado 1 sep. 2022. Disponible en <https://infopastosyforrajes.com/leguminosa-arbustiva/guandul/>.

Alonso, L., Rey, A., Fallas, A. 2016. El gandul (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) una excelente alternativa para Sistemas Agrosilvopastoriles. Repertorio Científico. 19(2):135-143. DOI: <https://doi.org/10.22458/rc.v19i2.2444>. ISSN 1021-6294.

García, W., Rodríguez, J. 2015. Evaluación de tres niveles de harina de gandul (*Cajanus cajan*) como alternativas de proteína en dietas en las fases de crecimiento y acabado de cerdos confinados. Tesis de Grado Ingeniero Agropecuario. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 12p.

López, H., Martínez, J.; Balseca, D., Gusqui, L., Cienfuegos, E. 2018. Initial growth of two varieties of pigeon pea (*Cajanus cajan*) in the tropics of Ecuador. Abanico veterinario 8(2):33–46. DOI: <https://doi.org/10.21929/abavet2018.82.3>.

López, K., Martínez, R. 2015. Valoración de la calidad nutricional y funcional de alimentos tradicionales de la población ecuatoriana. Proyecto de Investigación. Universidad Técnica particular de Loja. Loja, Ecuador. 45p.

- Mendoza, K. 2022. Uso de residuos de cosecha de arroz (*oryza sativa*), maíz (*Zea mays*) y gandul (*Cajanus cajan*) como complemento en la alimentación de bovinos de carne. Trabajo de titulación Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.
- Miranda, J. 2020. Composición química de residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*), frejól gandul (*Cajanus cajan*), maracuyá (*Passiflora edulis*), lodo de palma (*Elaeis guineensis*), y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria. Trabajo de titulación Ingeniero Agroindustrial, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 23p.
- Navarro, C., Restrepo, D., Pérez, J. 2014. El guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 12(2):12-24. DOI: <https://doi.org/197-206>.
- Osorio, C. 2018. El Guandul (en línea, sitio web). Consultado 1 sep. 2022. Disponible en <https://www.allpa.org/el-guandul/>.
- Ríos, E. 2016. Frijol guandul (*Cajanus cajan* l) una alternativa de seguridad alimentaria y otros usos, bases para un plan de fomento en la provincia de Guanenta, Santander. Título de Técnico Superior, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. San Gil, Colombia. 41p.
- Suárez, G., Cajas, D. 2015. Inclusión de tres dosis de harina de gandul (*Cajanus cajan* (l). millsp) en el engorde de pollos broiler en el recinto el vergel, cantón Valencia. Trabajo de titulación Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 23p.