



Efectos fisiopatológicos de los compuestos secundarios en la alimentación de monogástricos

Effects physiopathological of secondary compounds in monogastric feeding

Lozada-Salcedo Euclides Efraín*, Núñez-Torres Oscar Patricio, Rosero-Peñaherrera Marco Antonio,
Aragadvay-Yungán Ramon Gonzalo

Datos del Artículo

Universidad Técnica de Ambato.
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Cantón Cevallos.
Tungurahua - Ecuador.
Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593)032872630-0985471191

op.nunez@uta.edu.ec
ma.rosero@uta.edu.ec
rg.aragadvay@uta.edu.ec

*Dirección de contacto:

Universidad Técnica de Ambato.
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Cantón Cevallos. Tungurahua.
Ecuador. Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593)032872630-0985471191

Euclides Efraín Lozada-Salcedo.
E-mail address : ee.lozada@uta.edu.ec

Palabras clave:

Anti-nutricionales,
compuestos secundarios,
digestibilidad,
trastornos fisiológicos,
flora bacteriana,
proteína digestible.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2017; 4(1):82-92.

Historial del artículo.

Recibido mayo, 2016.
Devuelto febrero 2017
Aceptado febrero, 2017.
Disponible en línea, abril, 2017.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Anti-nutritional,
composite side,
digestibility,
disorders physiological,
bacterial flora,
protein digestible.

Resumen

El alto valor nutritivo que aportan los productos no convencionales provenientes de leguminosas en la nutrición animal no pueden ser utilizados en su totalidad debido a la presencia de compuestos secundario denominados también factores antinutricionales, los mismos que estructuralmente contienen una gran variedad de sustancias biológicamente activas que según su naturaleza y concentración son las que limitan su utilización debido a los efectos nocivos que producen en los animales monogástricos ya que ellos no cuentan con la protección que brinda la flora bacteriana ruminal como en el caso de los rumiantes.

Con esta investigación se busca analizar en forma detallada los efectos adversos que ocasionan los taninos, inhibidores de proteasa, lectinas, vicina y convicina, oligosacáridos, saponinas, ácido fítico, L-Dopa, en los diversos procesos fisiológicos, metabólicos y enzimático ya que interfieren en la digestibilidad de los nutrientes, bloquean la utilización de minerales, promueven la pérdida de proteína endógena, exacerbaban la neurotransmisión en el sistema nervioso, alteran el sistema inmunológico, trastornos digestivos, producen daños anatómicos y estructurales, retardan el crecimiento de los animales especialmente cuando su consumo es en forma intensiva, por tal motivo es indispensable conocer la dinámica de estos compuestos para poder aprovechar en gran parte la calidad nutritiva de las semillas en los diferentes sistemas de producción al incluirlos en dietas balanceadas.

© 2017. *Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The high nutritious value which they contribute to the originating products nonconventional of legumes in the nutrition animal cannot be used in their totality due to the compound presence secondary also denominated antinutritional factors, such that structurally contain a great variety of biologically active substances that according to its nature and concentration is those that limits their use due to the injurious effects that produce in the monogastric animals since they do not count on the protection that offers the ruminal bacterial flora as in the case of the ruminants.

With this investigation one looks for to analyze in detailed form the adverse effects that cause tannins, inhibitors of protease, lectins, vicina and convicina, oligosaccharides, saponins, fítico acid, L-Drug, in the diverse physiological, metabolic processes and enzymatic since they interfere in the digestibility of the nutrients, block the mineral use, they promote the lost one of endogenous protein, exacerbate the neurotransmission in the nervous system, alter the immunological system, digestive upheavals, produces anatomical damages and structural, they slow down the growth of the animals specially when its consumption is in intensive form, by such reason is essential to know the dynamics of these compounds to be able to a great extent take advantage of the nutritious quality the seeds in the different production systems when including them in balanced diets.

© 2017. *Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.*

Introducción

La industria alimenticia requiere de una alta disponibilidad de alimento de origen vegetal para la nutrición humana, así como también para elaborar alimentos balanceados (AB) para consumo animal, que conlleva a competir por la obtención de materias primas (MP), reduciendo su disponibilidad, elevando costos en la producción AB al utilizar las tradicionales fuentes de energía y proteína provenientes de oleaginosa como la soja y maíz (Camelo *et al.* 2008). El uso de MP no tradicionales dentro de la nutrición animal conlleva a reducir los niveles de importaciones, disminuye la competitividad entre fuentes alimentarias, a la vez que aporta en gran medida con la protección ambiental al lograr obtener producciones sostenibles y amables con el medio ambiente. (Savón 2002).

Actualmente se busca alternativas para sustituir parcial o totalmente las MP tradicionales y desarrollar nuevos sistemas sostenibles de alimentación para los animales con la utilización de productos no convencionales los cuales aportan con la energía y proteína necesaria para su desarrollo y producción. (Belmar-Casso & Nava 2000, Savón 2002)

Una de las alternativas muy ricas en recursos nutricionales la conforman los trópicos distribuidos en el mundo, pero esta alta disponibilidad de alimentos para el consumo humano y animal proveniente de leguminosas con balance proteico y energético, no puede ser utilizada en su totalidad debido a la presencia de compuestos secundarios (CS) que en la mayoría de los casos limita su uso, pero no excluye su participación. (Belmar-Casso & Nava 2000). Los CS son factores intrínsecos que contienen ciertos alimentos, los que ocasionan disturbios en la salud de animales y del hombre (Camelo *et al.* 2008)

El consumo de CS tales como taninos, inhibidores de proteasa, lectinas, vicina y convicina, oligosacáridos, saponinas, ácido fítico, L Dopa o L-3,4- dihidroxifenilalanina, β -glucanos pueden ocasionar trastornos fisiopatológicos en monogástricos, (Hossain & Becker, 2002), debido a que no poseen acción protectora, que brinda la degradación bacteriana como es en el caso de los rumiantes, limitando su consumo al interferir con el aprovechamiento de los nutrientes, producir pérdidas de proteína endógena y alterar el funcionamiento y estructura del organismo animal. (Belmar-Casso & Nava 2000), por tal razón se debe analizar las características del alimento y las repercusiones que podría presentar en la fisiología animal mediante pruebas adecuadas, evaluando, modificando, interactuando en forma sucesiva hasta lograr su aprovechamiento en forma óptima. (Savón 2002)

En la actualidad es necesario analizar en detalle cuáles son los CS que interfieren con la calidad del alimento alterando el funcionamiento fisiológico, metabólico, enzimático y la disponibilidad de los nutrientes. (Belmar-Casso 1994, Savón 2002). En base a los antecedentes, el objetivo que se plantea en el estudio es determinar cuáles son las principales alteraciones fisiopatológicas que producen los principales compuestos secundarios dentro del organismo animal.

Definición

Los compuestos secundarios denominados también factores antinutricionales (FAN) son elementos naturales que condicionan el valor nutricional de ciertos alimentos de origen vegetal especialmente de sus semillas ya que inhiben la absorción de sus nutrien-

tes en el proceso digestivo, ejercer un efecto tóxico o producen trastornos fisiológicos en el sistema hepatobiliar, páncreas, tracto digestivo, sistema circulatorio, sistema inmune etc. (Elizalde *et al.* 2009). Estos elementos naturales se encuentran distribuidos por toda la planta, como en sus hojas, tallos, raíces, y semillas, se origina de su metabolismo secundario y sirven como sustancias protectoras ante condiciones de estrés o contra el ataque de depredadores como bacterias, hongos, insectos, nematodos y aves. Tienen diferencias en su mecanismo de acción, estructura química, potencia de sus efectos biológicos y se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal. (Belmar-Casso & Nava 2000). Cuando son utilizados en la alimentación animal (AA), ejercen diferentes efectos adversos al inhibir la digestibilidad, interferir con la absorción de nutrientes en el intes-

tino delgado y producir daños estructurales en diferentes órganos. (Belmar-Casso & Nava 2000, Huisman *et al.* 1990, Huisman & Tolman 1992, Butler & Bos 1993).

El contenido de CS presente en la mayoría de las leguminosas varía dependiendo de las condiciones ambientales en que se desarrollan los cultivos y las repercusiones biológicas difieren según la especie animal ya que al consumirlos en grandes cantidades producen alteraciones como incremento de la temperatura corporal, procesos dérmicos eruptivos, vómitos, diarreas, interfieren en forma directa con la biodisponibilidad de los nutrientes retrasando el desarrollo y crecimiento especialmente en los animales jóvenes (Huisman & Tolman 1992). Entre estos compuestos tenemos.

Tabla 1 Porcentaje de taninos condensados en habas y guisantes (Wiseman & Cole 1988)

Ingredientes	Cascarilla	Cotiledón	Semilla entera
Habas			
Flores coloreadas	4.20	0.08	0.59
Flores blancas	0.04	0.07	0.06
Guisantes			
Flores coloreadas	2.9-3.8	0.08	0.23-0.35
Flores blancas	0.03	0.08	0.06

Taninos

Los taninos son compuestos polifenólicos (CPF). (Griffiths 1981). En las leguminosas estos compuestos se encuentran en la cascarilla de las semillas siendo su concentración variable y está relacionada más con el color de las flores que con el de las semillas como se observa en la tabla 1, ejerciendo su acción biológica en los animales monogástricos al conformar complejos con las proteínas. (Griffiths 1981). La falta de acción de las enzimas digestivas sobre la proteína está dada por la inactivación que ejerce los taninos. (Longstaff *et al.* 1991). La acción por la que un tanino se une a la proteína, carbohi-

drato, cationes, radicales libres depende del grado de polimerización que contenga. (Santos-Buelga & Scalbert 2000) Los polifenoles como los pentámeros y tetrámeros poseen una mayor acción hidrolizante u oxidativa, uniéndose a diversas proteínas, hormonas, enzimas, azúcares, toxinas y de aquí su acción biológica benéfica como antioxidantes, antimicrobianos, antidiarreicos, antiinflamatorios, o acciones perjudiciales por participar en procesos de hepatotoxicidad, cancerígenos, daño de la mucosa gastrointestinal, quelante de minerales como el hierro, entre otros. (Butler 1993, Chung *et al.* 1998, Saint-Cricq 1999, Dueñas *et al.* 2003, Caldas & Blair 2004). Los taninos tienen acciones antinutricionales

ya que producen una disminución en el crecimiento animal por ligarse a proteínas, hidratos de carbono y ciertos polímeros del almidón, que por su acción forman complejos resistentes a la degradación enzimática ocasionando una insuficiente absorción de estos nutrientes, afectan a las membranas mucosas produciendo pérdidas de proteína endógena, reducen la digestibilidad de los compuestos nitrogenados y en menores proporciones la de energía, además reducen la disponibilidad de macro y micro minerales formando compuestos insolubles que son poco asimilables por el organismo. (Chaparro *et al.* 2009).

Inhibidores de Proteasa

Llamados también inhibidores de tripsina, son compuestos secundarios de origen proteico distribuidos en diversas variedades de leguminosa, poseen la habilidad de inhibir la acción proteolítica enzimática digestiva al reaccionar con las serina proteasas como la tripsina y quimiotripsina producidas en el páncreas. (Belmar-Casso & Nava 2000, Griffiths 1984), Sánchez *et al.* 1998). Generalmente los efectos de estos compuestos son atribuidos a la capacidad de formar complejos estables e inactivos con la proteína de la dieta, produciéndose una hidrólisis incompleta de las cadenas peptídicas por la acción enzimática, lo que reduce la digestibilidad produciendo pérdidas de proteína endógena e incrementado la secreción exocrina pancreática, lo que conlleva a hiperplasia e hipertrofia y formación de nódulos acinares en el páncreas deprimiendo así el crecimiento en los animales monogástricos, incluso pueden presentarse cuadros inflamatorios agudos (pancreatitis) incrementando los porcentajes de mortalidad en los animales. (Elizalde *et al.* 2009), Muzquiz *et al.* 2006). La depresión en el crecimiento

se produce por la inactivación de la tripsina lo que promueve la liberación de colecistoquinina que estimula al páncreas para liberar aún más tripsina y otras enzimas como quimiotripsina, elastasa y amilasa, enzimas ricas en aminoácidos como cisteína y metionina. A esto se une la hidrólisis incompleta de la proteína de la dieta y como consecuencia la pérdida endógena de aminoácidos azufrados esenciales y la subutilización de la proteína dietaria. (Belmar-Casso & Nava 2000, Muzquiz *et al.* 2006). Estadísticamente existen datos en donde sugieren que los inhibidores de proteasas mejoran la salud humana por sus efectos preventivos del cáncer, pero no se ha reportado evidencias en donde estos compuestos posean ciertos efectos adversos en el crecimiento y salud humana. (Elizalde *et al.* 2009).

Lectinas

Son compuestos proteicos no inmunes con capacidad para unirse en forma reversible con azúcares, carbohidratos y glicoproteínas que se encuentran en la membrana celular especialmente de las células sanguíneas formando complejos. (Elizalde *et al.* 2009, Hernández-Cruz *et al.* 2005). Por su acción aglutinante se denominan también fitohemaglutininas afectando especialmente a los eritrocitos y otras células del organismo animal al unirse con receptores específicos expuestos (Gueguen *et al.* 1993). Los efectos adversos radican en la unión con receptores ubicados en la superficie intestinal afectando la degradación y asimilación de los nutrientes a través de la pared intestinal, esto se debe a la hipertrofia e hiperplasia intestinal unida a la inhibición de hidrolasas del borde de cepillo en las vellosidades intestinales. (Gueguen *et al.* 1993, Pusztai 1989). La interferencia en la actividad enzimática digestiva y daños en el sistema endocrino provoca un desbalan-

ce hormonal, incrementando el metabolismo proteico y lipídico deteriorando la condición corporal del animal, afectando su crecimiento y en determinadas ocasiones pueden causar la muerte. (Thompson 1986, Thompson 1993). Las lectinas ejercen cambios en la permeabilidad del intestino y en el sistema inmunológico local, afectando a la ecología microbiana intestinal permitiendo el desarrollo de determinadas cepas bacteriana. (Gueguen *et al.* 1993, Pusztai 1989). Al aumentar la permeabilidad del intestino, bacterias, lectinas o péptidos atraviesan la pared intestinal, entran al torrente circulatorio provocando una reacción antígeno-anticuerpo anti-lectinas IgG, atrofia del timo con alteración de la inmunidad, endocrinopatías, hepatomegalia, pérdida de masa muscular, hiperactividad catabólica proteica, lipídica y de carbohidratos, hipertrofia pancreática, detención del crecimiento y la muerte. (Pusztai 1989). Las lectinas poseen una resistencia al hidrólisis enzimática por tal efecto la mayoría son excretadas con las heces. (Jaffe & Seidl 1992, Nakata & 1986). Estudios demuestran que las lectinas poseen actividades biológicas que interactúan con sustratos en los grupos sanguíneos, tienen propiedades mitogénicas, estimulan la adhesión celular, bloquean la mitosis y tiene una acción agonista a la insulina cualidades que pueden ser aprovechadas para el diagnóstico clínico y futuras investigaciones como alternativa en la terapéutica de ciertas enfermedades. (Elizalde *et al.* 2009)

Vicina y convicina

Son compuestos pirimidinicos secundarios formados por la unión de un residuo de glucosa a un anillo pirimidinico por un enlace β -glucósidos. (Marquardt 1989a), En el sistema intestinal estos compuestos sufren un metabolismo hidrolítico por

acción de enzimas bacterianas β -glucósidasas, las mismas que liberan radicales denominados aglucosones tales como el isouramilo y divicina que son los responsables de producir una enfermedad hemolítica hereditario e humanos denominada fabismo cursando con un proceso de anemia hemolítica. (McKay 1992). En los animales se produce una peroxidación lipídica lo que aumenta la concentración de peróxidos y lípidos en el plasma produciendo hemolisis de glóbulos rojos, además incrementan el metabolismo mitocondrial e intervienen en procesos diabéticos. En las aves de postura se reduce la producción, en huevos analizados se observa fragilidad de la yema, presencia de manchas sanguinolentas disminuyendo la fertilidad de los mismos (Marquardt 1989b, Saini 1993). Los signos clínicos que se pueden observar después de las 5 a 24 h pos consumo son fatiga, cefalea, incardinación, vómitos, temores musculares, mucosas pálidas, dolor en la zona hipogástrica y lumbar, hipertermia, seguido de una lisis eritrocitaria acompañada de hemoglobinuria, posteriormente se presenta ictericia y alteraciones renales agudas que ocasionan la muerte del animal. (Marquardt 1989a)

Oligosacáridos

Están constituidos por residuos d-galactopiranosil unidos por una unidad de glucosa de la sacarosa, conocidos también como α - galactósidos de sucrosa pertenecientes a la familia oligosacárida de la rafinosa, se forman de la unión de α - galactósidos con un residuo de glucosa mediante enlaces α -1-4. (Saini 1989). Los oligosacáridos presentes en dietas de AM no pueden ser degradados ya que la enzima α - 1,6 galactosidasa no es sintetizada por estas especies, dichos compuestos al no ser asimilados continúan el tránsito intestinal, llegando al colon donde

sufren un proceso de fermentación por parte de bacterias saprofitas sacarolíticas del intestino, formando ácidos grasos los cuales disminuyen el pH produciéndose una cantidad elevada de flatulencias por la acumulación de gases como metano, dióxido de carbono e hidrogeno los que estimulan un incremento de la motilidad intestinal, presentándose mioclonías, náuseas, dolor abdominal, estreñimiento o diarreas y contracciones musculares fuertes. (Delzenne 1994, Saini 1989). Los oligosacáridos de la rafinosa, y estaquiosa, en concentraciones elevadas cumplen actividades desfavorables dentro de la nutrición ya que interfieren en la degradabilidad y digestibilidad de las proteínas de los alimentos por inactivación enzimática. Pero también en diferentes estudios se ha reportado que los oligosacáridos favorecen el metabolismo lipídico e hidratos de carbono en proporciones iguales a los observados en la fibra dietética, con actividades prebióticas, que unido a la fermentación bacterina intestinal dan como resultado la formación de ácidos grasos de cadena corta, disminuyendo así los niveles de colesterol y glicemia de los alimentos que los contienen. Los ácidos grasos formados son absorbidos en el colon, sufren metabolismo hepático siendo aprovechados como energía o sufren procesos de lipogénesis o gluconeogénesis respectivamente. (Elizalde *et al.* 2009)

Las saponinas

Son CS presentes en diversas variedades de leguminosas, estructuralmente formado por un conjunto esteroide unido a moléculas de monosacáridos, dando origen a glucósidos de sapogenina o triterpénicos (Fenwick & Oakenfull 1983, Salunkhe *et al.* 1989). Generalmente estos compuestos presentan una disminuida acción como no nutrientes y son los que

dan el sabor amargo a la mayoría de granos de leguminosas que conforman las materias primas en la elaboración de dietas, disminuyendo su palatabilidad (D'Mello 1995, Elizalde *et al.* 2009). Los efectos adversos producidos por las saponinas dependen de la cantidad en el consumo produciendo una inflamación de la mucosa intestinal lo que disminuye la resorción de nutrientes, inactivación de enzimas que participan en la digestión y metabolismo dietético como proteasa, lipasa y amilasa. En el sistema circulatorio produce cambios en la membrana de los eritrocitos provocando hemolisis, disminución en el transporte de oxígeno, alteraciones hepáticas, afecta la contractibilidad del musculo liso, disminución en la absorción de zinc y hierro, decremento considerable de los niveles de colesterol sanguíneo y hepático. (Cheeke 1976, Price *et al.* 1987, Thompson 1993). Su toxicidad es reducida ya que no pueden atravesar la pared intestinal y penetrar al torrente circulatorio por tal motivo la lisis eritrocitaria a nivel local es menor que en la circulación sanguínea, sin embargo, estos compuestos pueden llegar a sangre por medio de lesiones en la mucosa gastrointestinal produciendo daños hepáticos, eritrolisis, hipoxia, alteraciones respiratorias que conlleva a un estado de coma. (Cheeke 1976, Price *et al.* 1987, Thompson 1993).

Ácido Fítico

Es un factor no nutritivo, constituyente esencial de casi todas las células vegetales, se denomina también mioinositol hexaqui fosfato y son metabolizados por fitasas, tales como mioinositol-hexaqui fosfato-fosfohidrolasas. (Gibson & Ullah 1990, Greiner *et al.* 2002). El factor no nutricional se debe a la capacidad de formar complejos (fitato mineral) con macro y micro minerales tales como cobre, zinc,

herró, potasio, magnesio, calcio lo que inhibe la digestión y biodisponibilidad intestinal de dichos elementos en los AM (D'Mello 1995). La presencia de ácido fítico unido a la acción del calcio disminuye considerablemente la disponibilidad del zinc por formación de complejos Zn-Ca-fitato produciéndose alteraciones en el metabolismo del calcio con la consecuente desmineralización ósea. Otro efecto se considera la unión con residuos de proteína conformando complejos entre fitatos-proteína y proteína-fitato-mineral, provocando una inactivación de muchas reacciones enzimáticas digestivas como la de la pepsina, pancreatina y alfa amilasa por efectos quelantes del calcio necesario para su activación (Belmar-Casso & Nava 2000, Elizalde *et al.* 2009)

L Dopa o L-3,4- dihidroxifenilalanina

Se denomina también levodopa, es un aminoácido aromático de estructura no proteica resultado de la hidroxilación en la síntesis de catecolaminas, tiene la facilidad de atravesar la barrera hematoencefálica para posteriormente sufrir un proceso de descarboxilación para convertirse en dopamina y cumplir con la función de neurotransmisor en el sistema nervioso central, Posee una acción farmacológica activa en el tratamiento del Parkinson (Nagashayana *et al.* 2000, Chaparro-Acuña 2009)

En pacientes en tratamiento se ha presentado efectos secundarios como disquinesia, alucinaciones, dolores de cabeza, confusiones, problemas gastrointestinales, vómitos, falta de apetito entre otros, en pacientes con déficit de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa en sus eritrocitos se ha observado reacciones tóxicas dando como eritrolisis acompañadas de dolores de cabeza acentuados, confusión, agitación y aumento de la frecuencia cardíaca. (Buckles 1995, Infante *et al.* 1990, Kosower & Kosower 1967). Los

principales efectos que se producen en los animales son alteraciones en el sistema reproductivo, malformaciones en el periodo embrionario, cambios hipertróficos y alteraciones en órganos internos (Del Carmen *et al.* 1999, Chaparro-Acuña 2009)

Discusión

Al estudiar la naturaleza, dinámica y comportamiento de los principales CS contenidos en las diferentes estructuras de plantas y semillas de leguminosas, utilizadas como productos no convencionales en la alimentación de AM, se establece que se originan del metabolismo vegetativo secundario ya sea en forma natural o cuando los cultivos sufren periodos de estrés debido a factores medioambientales (Huisman 1990, Huisman & Tolman 1992, Butler & Bos 1993). Su principal función es la protección ante el ataque de microorganismos como hongos, bacterias, y virus por sus diversos efectos fitoquímicos y fitobiológicos, que son los principales factores que no permiten la utilización y la biodisponibilidad de los nutrientes ya que poseen acciones inhibitorias en los procesos metabólicos y enzimáticos en el tracto gastrointestinal al conformar complejos con los diferentes nutrientes de la dieta tales como proteínas, vitaminas, carbohidratos, minerales, enzimas, hormonas y en determinadas ocasiones interfieren con la síntesis de catecolaminas inhibiendo o acentuando la neurotransmisión en el nervioso central. (Belmar-Casso & Nava 2000).

No todos los CS presentes en los alimentos son perjudiciales, dependen de la concentración, la cantidad y frecuencia del consumo para producir efectos tanto, benéficos como perjudiciales para la salud. Es así que los componentes secundarios también son utilizados como medidas terapéuticas en el hombre y en el animal por poseer propiedades anti-

oxidantes, antiinflamatorios, antibióticos antidiarreicos, y anticancerígenos cuando son sometidos a diversos procesos para poder disminuir su concentración, o inactivar sus efectos y ser utilizados en la alimentación animal. (Elizalde *et al.* 2009)

Conclusiones

Finalizado el estudio se determinó que los CS tales como los polifenoles producen efectos adversos dependiendo de su grado de polimerización que contiene, dándoles el poder hidrolizante para unirse a las sustancias nutritivas del alimento e impedir su degradación y digestibilidad. Los inhibidores de tripsina inhiben la acción proteolítica de las enzimas digestivas al unirse a la proteína de la dieta reduciendo de igual forma la digestibilidad. Por su parte las lectinas tienen propiedades fitohemaglutinantes produciendo hemólisis de los eritrocitos provocando anemias hemolíticas no regenerativas. La vicina y convicina producen una peroxidación de lípidos lo que elevan los niveles lipídico plasmáticos y radicales superóxido afectando en forma directa la membrana de los eritrocitos dando como resultado la presencia de anemia. Los oligosacáridos presentes en la dieta de animales monogástricos no son digeridos por carecer de la síntesis enzimática que los degrada, sufriendo procesos de fermentación con la formación de flatulencias dolor intestinal y cólicos por acumulación de gases. Las saponinas disminuyen la palatabilidad de los alimentos, inactiva el metabolismo dietético de las proteasas, lipasas y amilasas necesarias para la digestibilidad. Los fitatos derivados del ácido fítico forman complejos con minerales esenciales lo que limita su absorción produciendo deficiencia nutricional, formando también complejos con proteínas inactivando las reacciones enzimáticas digestivas. Los compuestos derivados

de dihidroxifenilalanina se derivan de la síntesis de catecolaminas, posee la habilidad de atravesar la barrera hematoencefálica, y producir efectos benéficos o perjudiciales en el sistema nervioso central cuando se acentúa o deprime la formación de dopamina.

Para evitar los efectos fisiopatológico adverso en los animales monogástricos se cuenta con métodos para disminuir la concentración de cada uno de los componentes secundarios mediante diferentes métodos físicos, químicos, biológicos etc. Para complementar la investigación será necesario analizar las técnicas utilizadas para la inactivación de cada uno de los factores antinutricionales y realizar pruebas de degradabilidad *in vitro* e *in vivo* para establecer el grado de digestibilidad y aprovechamiento de este recurso alimenticio en la producción animal.

Conflictos de intereses

La presente investigación no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia por el apoyo técnico, científico y logístico realizado en la presente investigación.

Literatura citada

Belmar CR, Morris TR. Effects of the inclusion of treated jack beans (*Canavalia ensiformis*) and the amino acid canavanine in chick diets. J Agric Sci Cambridge 1994;123(3):393-405.

- Belmar-Casso R, Nava R. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. 2000. En: http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/roberto.htm. Consulta: abril 2008.
- Buckles D. Velvet bean: A “new” plant with a history, *Econ Bot* 1995;49(1):13-25.
- Butler LG, Bos KB. Analysis and characterization of tannins in faba beans, cereals and other seeds. A literature review. In: *Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds: proceedings of the Second International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds'*, Wageningen, The Netherlands, 1-3 December 1993. Poel, A.F.B. van der, J. Huisman and H.S. Saini (Editors). EAAP Publication no. 70. Wageningen Pers. Netherlands; 1993. p. 81-90.
- Caldas GV, Blair M. Cuantificación de taninos condensados e identificación de QTLs asociados a su acumulación en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Taller sobre taninos en la nutrición de rumiantes en Colombia. En: *Memorias de taninos en la nutrición de rumiantes en Colombia*; 2004. 1, 43-6.
- Camelo S, Torres V, Díaz MF. Análisis multivariado de los factores antinutricionales de los granos de leguminosas temporales. *Rev Cubana Cienc Agríc* 2008;42(4):337-9.
- Chaparro-Acuña SP, Aristizabal-Torres ID, Gil-González JH. Reducción de factores antinutricionales de la semilla de vitabosa (*Mucuna deeringiana*) mediante procesos físico. *Rev Fac Nac Agr Medellín* 2009;62(2):5157-64.
- Chaparro-Acuña SP. Efecto de diferentes procesos físicoquímicos en la reducción de factores antinutricionales de la semilla de vitabosa *Mucuna deeringiana*. [Doctoral dissertation]. Universidad Nacional de Colombia; 2009.
- Cheeke PR. Nutritional and physiological properties of saponins. *Nutr Report Int* 1976;13(3):315-24.
- Chung KT, Wong TY, Wei CI, Huang YW, Lin Y. Tannins and human health: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1998;38(6):421-64.
- D’Mello JPF. Anti-nutritional substances in legumes seeds. In: *Tropical legumes and animal nutrition*; 1995. p. 135-65.
- Del Carmen J, Gernat AG, Myhrman R, Carew LB. Evaluation of raw and heated velvet beans (*Mucuna pruriens*) as feed ingredients for broilers. *Poult Sci* 1999;78(6):866-72.
- Delzenne NM, Roberfroid MR. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. *LWT-Food Sci Technol* 1994;7(1):1-6.
- Dueñas M, Sun B, Hernández T, Estrella I, Spranger MI. Proanthocyanidin composition in the seed coat of lentils (*Lens culinaris* L.). *J Agric Food Chem* 2003;31(27):7999-8004.
- Elizalde A, Porrilla YP, Chaparro DC. Factores antinutricionales en las semillas. *Rev Bio Agro* 2009;7(1):46-54.
- Fenwick DE, Oakenfull D. Saponin content of food plants and some prepared foods. *J Sci Food Agric* 1983;34(2):186-91.
- Gibson DM, Ullah ABJ. Phytases and their action on phytic acid. *Plant Biol* 1990;9:77-92.
- Greiner R, Larsson-Alminger M, Carlsson NG, Muzquiz M, Burbano C, Cuadrado C, et al. Pathway of dephosphorylation of myo-inositol hexakisphosphate by phytases of legume seeds. *J Agric Food Chem* 2002;50(23):6865-70.
- Griffiths DW. The polyphenolic content and enzyme inhibitory activity of testas from bean

- (*Vicia faba*) and pea (*Pisum* spp.) varieties. *J Sci Food Agric* 1981;32(8):797-804.
- Griffiths DW. The trypsin and chymotrypsin inhibitor activities of various pea (*Pisum* spp.) and field bean (*Vicia faba*) cultivars. *J Sci Food Agric* 1984;35(5):481-6.
- Gueguen J, van Oort MG, Quillien L, Hessing M. The composition, biochemical characteristics and analysis of proteinaceous antinutritional factors in legume seeds. In: van der Poel, AFB. Huisman, J., Saini, H.S. (Eds.), *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Proceedings of the 2nd International Workshop on Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds, EAAP Publication no. 70. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands; 1993. p. 9-30.
- Hernández-Cruz P, Eduardo Pérez-Campos E, Martínez-Martínez L, Ortiz B, Martínez G. Las lectinas vegetales como modelo de estudio de las interacciones proteína-carbohidrato. *REB* 2005;24(1):21-7.
- Hossain MA, Becke K. In vitro rumen degradability of crude protein in seeds from four *Sesbania* spp. and the effects of treatments designed to reduce the levels of antinutrients in the seeds. *Anim Feed Sci Technol* 2002;95(1):49-62.
- Huisman J, Tolman GH. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: Garnsworthy PC, Haresign W, Cole DJA. (Hrsg.): *Recent advances in animal nutrition*. Butterworth-Heinemann Ltd. Oxford, U.K; 1992. p. 3-31.
- Huisman J, Van der Poel AFB, van Weerden EJ, Verstegen MWA. Antinutritional factors in pig nutrition. *World Rev Anim Prod* 1990;25:77-82.
- Infante ME, Pérez AM, Simao MR, Manda F, Baquete EF, Fernandes AM, et al. Outbreak of acute toxic psychosis attributed to *Mucuna pruriens*. *The Lancet* 1990;336(8723):1129-30.
- Jaffe WG, Seidl DS. Toxicology of plant lectins. In: Tu, AT (ed), *Handbook of Natural Toxins. Food Poisoning*. Vol 7. Marcel Dekker, New York; 1992. p. 263-90.
- Kosower NS, Kosower EM. Does 3, 4-dihydroxyphenylalanine play a part in favism? *Letters to Nature* 1967;215:285-6.
- Longstaff M, McBain B, McNab JM. The antinutritive effect of proanthocyanidin-rich and proanthocyanidin-free hulls from field beans of TME and on protein, starch and lipid digestion by intact and caeectomised cockerels. *Anim Feed Sci Technol* 1991;34:147-61.
- Marquardt RR. Vicine, convicine and their aglycones-divicine and isouramil. *Toxicants of Plant Origin* 1989a;2:161-200.
- Marquardt RR. Dietary effects of tannins, vicine and convicine. En *Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds*. 1989b;2:161-200.
- McKay AM. Hydrolysis of vicine and convicine from fababeans by microbial β -glucosidase enzymes. *J Appl Bacteriol* 1992;72(6):475-8.
- Muzquiz M, Pedrosa MM, Varela EAJ, Guillamón E, Goyoaga C, Cuadrado C, et al. Factores no-nutritivos en fuentes proteicas de origen vegetal. Su implicación en nutrición y salud. *Braz J Food Technol* 2006; III JIPCA:87-98.
- Nagashayana N, Sankarankutty P, Nampoothiri MR, Mohan PK, Mohanakumar KP. Association of L-DOPA with recovery following Ayurveda medication in Parkinson's disease. *J Neurol Sci* 2000;176(2):124-7.

- Nakata S, Kimura T. Behavior of ingested Concana valin A in the gastrointestinal tract of the rat. *Agric Biol Chem* 1986;50(3):645-9.
- Price KR, Johnson IT, Fenwick GR. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1987;26(1):27-135.
- Pusztai, A. Transport of proteins through the membranes of the adult gastro-intestinal tract-a potential for drug delivery? *Adv Drug Deliv Rev* 1989;3(2):215-28.
- Saini H. Thermal stability of protease inhibitors in some cereals and legumes. *Food Chem* 1989;32(1):59-67.
- Saini HS. Distribution of tannins, vicine and convicine activity in legume seeds. In: Van der Poel, AFB, Huisman J, Saini HS. (Eds), *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen; 1993. p. 95-100.
- Saint-Cricq de Gaulejac N, Vivas N, Frietas V, Bourgeois G. The influence of various phenolic compounds on scavenging activity assessed by an enzymatic method. *J Sci Food Agric* 1999;79(8):1081-90.
- Salunkhe DK, Sathé SK, Reddy NR. Lipids. En: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization*. Vol. I. Salunkhe D.K., Kadam S. S. (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU; 1989. p. 99-116.
- Sánchez A, Ramírez JA, Morales OG, Montejano JG. Detección de inhibidores de proteasas en extractos de leguminosas y su efecto sobre proteasas endógenas del músculo de pescado. *Cienc Tecnol Aliment* 1998;2(1):12-9.
- Santos-Buelga C, Scalbert A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds-nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Food Sci Agric* 2000;80(7):1094-1117.
- Savón L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Rev Cubana Cienc Agríc* 2002;36(2):91-102.
- Thompson LU, Tenebaum AV, Hui H. Effect of lectins and the mixing of proteins on rate of protein digestibility. *J Food Sci* 1986;51(1):150-2.
- Thompson LU. Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. *Food Res Int* 1993;26(2):131-49.
- Wiseman J, Cole DJA. European legumes in diets for non-ruminants. In *Recent Advances in Animal Nutrition*, 1988, p. 13-37 [w. Haresign and D. J. A. Cole, editors]. London: Butterworths.