

Análisis de taninos condensados y metabolitos secundarios en *Polygonum segetum* Kunth (1817), (Gualola) en tres periodos de rebrote

Analysis of condensed tannins and secondary metabolites in *Polygonum segetum* Kunth (1817), (Gualola) in three periods of regrowth

CELIS P. Gustavo A¹., MORENO M. Edgar E²., BABATIVA R. Helberth Y².

¹Docente Universidad de la Amazonia, Florencia-Colombia; ²Zootecnista Universidad de Cundinamarca-Colombia

*Autor para correspondencia: gustavoadolfofelisparra@gmail.com

Recibido: 8/9/2011. Aceptado: 15/12/2011

RESUMEN

El proyecto se realizó en el Municipio de Facatativa, localizado en la región húmeda del trópico alto del Departamento de Cundinamarca, a 36 Km. de Bogotá. El ensayo se ejecuto en la vereda Mancilla, ubicada a una altura de 2750 msnm, con temperatura promedio de 11°C, humedad relativa de 76% y precipitación promedio anual de 829,9 mm. (Montaño *et al*, 2004). Se evaluó las hojas y tallos verdes, en tres periodos de rebrote (7, 9 y 11 semana) de *Polygonum segetum* Kunth (1817), se determino taninos condensados (TC) por el Método de Terril *et al*, (1992), saponinas por espumas, esteroides por técnica Lieberman-Buchard, alcaloides por reactivo de Dragendorff, los análisis se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Cundinamarca en Fusagasuga, encontrándose que los TC no presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre periodos de rebrote (7 semana 49.76 mg/Kg., 9 semana 47.57 y 11 semana 55.88) y los análisis cualitativos determinaron la presencia de saponinas, esteroides y alcaloides en las hojas y tallos verdes de la especie evaluada en los tres periodos de rebrote.

Palabras claves: *Polygonum segetum* Kunth (1817), gualola, factores antinutricionales, taninos, saponinas, alcaloides, esteroides.

ABSTRACT

The project was conducted in the municipality of Facativa, located in the tropical high region, in the Cundinamarca Department, 36 km from Bogota. The test was run on the sidewalk Mancilla, located at an altitude of 2750 meters, with an average temperature of 11 °C, relative humidity of 76% and average annual rainfall of 829.9 mm. (Montano et al, 2004). Evaluated green leaves and stems into three periods regrowth (7, 9 and 11 weeks) *Polygonum segetum* Kunth (1817), was determined condensed tannins (CT) by the method Terril et al, (1992), saponins by foams, technical steroids Lieberman-Burchard, alkaloids by Dragendorff reagent, analyzes were performed in the laboratories of the University in Cundinamarca-Fusagasuga, finding that the TC did not differ significantly ($P < 0.05$) between periods of regrowth (7 weeks 49.76 mg / Kg., 9 weeks and 11 weeks 47.57 y 55.88) and qualitative analysis determined the presence of saponins, steroids and alkaloids in leaves and green stalks of the species evaluated in the three periods of regrowth.

Key words: *Polygonum segetum* Kunth (1817), gualola, antinutritional factors, tannins, saponins, alkaloids, steroids.

INTRODUCCIÓN

La diversidad bioquímica en las plantas es enorme, existen mas de 1.200 clases de compuestos químicos del metabolismo secundario de las plantas, estos compuestos tienen funciones de defensa, almacenamiento y reproducción, se han reportado cerca de 8.000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10.000 alcaloides, varias saponinas y esteroides. (Palo, 1987, citado por Galindo *et al*, 1989), a muchos de ellos se le atribuyen factores antinutricionales, de ahí la importancia de estudiar sobre la presencia.

Los taninos son compuestos fenólicos más o menos solubles en agua y con capacidad para precipitar la gelatina y otras proteínas, los taninos se clasifican en hidrolizables (TH) y condensados (TC), por su estructura y reactividad frente a sustancias hidrolíticas, existen estudios sobre el efecto tóxico de los TH y TC, pero es escasa la información específica acerca del comportamiento tóxico de tales compuestos cuando están presentes en forrajes. No hay acuerdo entre cuáles son las dosis máximas permisibles, ni cuales exactamente las consecuencias (Martínez 2000).

En relación con los TH, existen evidencias inequívocas de que son tóxicos en animales monogástricos, en los rumiantes la información es variada; porque existen factores como la especie del animal, la flora ruminal, la combinación entre pasturas, etc. que hacen que el efecto sea dependiente de las condiciones de cada lugar, los TH por su naturaleza astringente, causa que los forrajes sean poco palatables, adicionalmente disminuye la digestibilidad al precipitar las proteínas de la saliva, reduciendo la permeabilidad de la pared intestinal y merma el paso de nutrientes a través de esta (Martínez, 2000).

Los TC forman compuestos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas (Muller-Harvey y McAllan, citado por Lascano y Carulla 1992), que pueden ser reversibles, con la formación de enlaces hidrofóbicos y/o de hidrógeno, o irreversibles a través de la oxidación de los grupos fenólicos con una quinona reactiva (Fahey y Jung, 1989 citado por Lascano y Carulla 1992).

Algunas plantas generan TC para precipitar proteínas, como estrategia de defensa contra la invasión de bacterias patógenas, hongos, insectos e incluso para evitar ser comidas por herbívoros (Barry 1989 citado por Terrill *et al*, 1992). Los TC enlazados con proteínas son estables e insolubles a pH 3 a 7, pero se liberan a pH menores de 3 o mayores de 8 (Barry, 1989), las concentraciones varían según las condiciones del ambiente (temperatura, humedad y fertilidad de los suelos), generalmente es mayor en las especies que prosperan en suelos agrícolas pobres (Otero e Hidalgo 2004); altas concentraciones de taninos condensados (5-10% de la MS) son perjudiciales en rumiantes, bajas concentraciones (1-3 % de la MS) son beneficiosas, debido a que reduce la degradabilidad ruminal del forraje, generando que las proteínas sobrepasen el rumen y son liberadas en el intestino delgado para su absorción, según existe un rango de concentración de TC (2-4% de la materia seca) óptima, dentro de la cual no se deprime ni la digestión ni el desempeño productivo animal (Barry 1989 citado por Terrill *et al* 1992).

Según Waghorn *et al* (1997), los TC forman complejos con las proteínas salivales provocando una sensación de astringencia que puede aumentar la salivación, disminuir la palatabilidad y el consumo voluntario, esto puede ser consecuencia de un desmejoramiento de la función ruminal o una disminución del apetito originada por una baja concentración de nitrógeno, lo cual afecta la digestión, sin embargo, esto parecen estar más sujetos a los efectos propios del funcionamiento del rumen y del intestino; los TC parecen reducir la tasa de fermentación provocando efectos sobre el llenado del rumen (Waghorn *et al*, 1994), y pueden llegar hasta situaciones más severas en las que se reduce la digestión de la fibra y del nitrógeno, pero Barry y Mc Nabb (1999), sugieren que existe un rango de concentración de TC (2-4% de la materia seca) óptima, dentro de la cual no se deprime ni la digestión ni el desempeño productivo animal.

Los Flavonoides son compuestos que se encuentran en todo el reino vegetal (Stafford, 1990; citado por Salisbury y Ross, 1994), se han identificado más de 2000 (procedentes de vegetales), la estructura básica hace que los compuestos absorban la luz visible dándoles color (Salisbury y Ross, 1994), los flavonoides o bioflavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y los protegen del daño de los oxidantes, como el organismo humano no puede producir estas sustancias químicas, las debe obtener de la alimentación o en forma de suplementos, no son considerados por los nutricionistas como vitaminas, sin embargo los flavonoides actúan protegiendo la salud, limitan la acción de los radicales libres (oxidantes), reduciendo el riesgo de cáncer y enfermedades cardíacas, mejoran los síntomas alérgicos y de artritis, aumentan la actividad de la vitamina C, refuerzan los vasos sanguíneos, bloquean la progresión de las cataratas.

Chelke y Shull (1985) citados por Martínez (2000), describe que las saponinas son glucósidos con efecto productor de espuma. Aparecen en muchas plantas y deben su nombre a la Saponaria, cuya raíz se usó como jabón, consiste en una aglicona policíclica de un esteroide o triterpenoide de la colina y un enlace tipo éter a una cadena lateral de

azúcares. La capacidad de una saponina para producir espuma está determinada por la combinación de la aglicona no polar y la cadena lateral soluble en agua. Las saponinas son amargas y reducen la palatabilidad de los alimentos que las contienen. (Martínez, 2000). Algunas saponinas reducen el consumo de alimentos y la velocidad de crecimiento de los monogástricos, otras son prácticamente inocuas. En los rumiantes los planteamientos van desde los casos en que es muy tóxica hasta quienes la han usado con éxito para mantener un adecuado control de la flora ruminal, ciertas pasturas contienen cantidades apreciables de saponinas capaces de afectar al animal que las consume (Martínez, 2000).

La toxicidad de las agliconas tienen un efecto irritante sobre las membranas, algunas pueden hacerlas permeables a los glóbulos rojos. En los casos más severos, las membranas pueden ser destruidas, provocándose una hemorragia. El efecto varía considerablemente entre especies de plantas, tipo de animales, clima, etc., históricamente las saponinas han estado asociadas al rumen inflado (bloat) que se produce en los rumiantes que consumen alfalfa fresca, sin embargo hay variedades de esta planta con bajos niveles de saponinas que también lo producen, este fenómeno prácticamente no se aprecia en áreas tropicales (Martínez, 2000).

Muchas plantas contienen compuestos aromáticos nitrogenados denominados alcaloides, químicamente suelen poseer nitrógeno en un anillo heterocíclico de estructura variable. Con frecuencia este nitrógeno actúa como una base (acepta iones hidrógeno) por lo que muchos alcaloides son ligeramente básicos como el nombre lo indica. La mayoría son compuestos blancos cristalinos con poca solubilidad en agua. Son de especial interés debido a su notable actividad fisiológica o psicológica en el ser humano y otros animales, además se piensa que muchos pueden tener también importantes funciones en plantas (Salisbury y Ross, 1994). El primer alcaloide aislado fue la morfina, obtenido en 1805 de la dormidera (*Papaver somniferum*). Otros alcaloides conocidos son la nicotina de las variedades de tabaco; la cocaína de las hojas de

coca (*Erithroxylon coca*); la quinina de la corteza de la quina; la cafeína de las semillas de café; la estricnina de las semillas de *Strychnos nuxvomica*; la teobromina de las semillas de cacao (Salisbury y Ross, 1994).

Es probable que la mayoría de los alcaloides se sintetizan solo en las partes aéreas de las plantas, se desconoce la función fisiológica de los alcaloides en las plantas que los sintetizan; se ha sugerido que no tienen ninguna función metabólica importante y que son meros subproductos de otras rutas importantes; sin embargo se conocen varios ejemplos en los que confieren alguna protección a la planta (Harborne (1988), citados por Salisbury y Ross (1994)). Las plantas que contienen ciertos alcaloides son evitadas por animales de pasturas e insectos que se alimentan de hojas; otras son utilizadas por ciertas mariposas como substratos para la síntesis de feromonas de cortejo, Los alcaloides tienen poca importancia como inhibidores de la digestión, pero presentan efectos altamente tóxicos en el animal. Estos metabolitos, en dependencia de su tipo, pueden provocar estreñimiento, meteorismo, vómitos, muerte por fallo respiratorio, etc. También los alcaloides asociados con esteroides producen salivación, vómitos, postración, actividad cardíaca deprimida, disnea y muerte; aborto o efectos congénitos (Palazón *et al*, 1998).

El grupo de los esteroides incluye compuestos de gran importancia biológica, como los esteroides, ácidos biliares, hormonas adrenales y hormonas sexuales, todos ellos tienen como unidad básica el núcleo del fenantreno unido a un anillo de ciclopentano. Los distintos compuestos se diferencian por la cantidad y posición de los dobles enlaces, así como por naturaleza de la cadena lateral del átomo de carbono 17; Los esteroides tienen de 8 a 10 átomos de carbono en la cadena lateral y un grupo alcohol en el átomo del carbono 3, se clasifican en: Fitosteroides (origen vegetal), micosteroides (de hongos) y zoosteroides (de origen animal); los fitosteroides y micosteroides, no se absorben en el intestino, y por tanto, no se encuentran en los tejidos animales (Mc Donald *et al*, 1993).

Debido a la importancia de los factores antinutricionales en el presente trabajo se evaluó cualitativamente saponinas, alcaloides, esteroides y se cuantificó los contenidos de taninos condensados en *Polygonum segetum* Kunth (1817), conocida como Gualola, en los periodos de rebrote a la 7, 9 y 11 semana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica: El proyecto se realizó en el Municipio de Facatativa que se encuentra localizado en la zona húmeda del trópico alto del Departamento de Cundinamarca, a 36 Km. de la ciudad de Bogotá en el extremo occidental de la sabana. El ensayo se ejecuto en los predios de la finca Villa Patricia, El Manantial, en la vereda Mancilla. La zona de experimentación se encuentra a 2750 msnm, temperatura promedio de 11°C, humedad relativa de 76% y precipitación promedio anual de 829,9 mm. (Montaño *et al* 2004).

Unidades experimentales.

Se utilizó un cultivo de 600 m², sembrados en *Polygonum segetum* Kunth (1817), los cuales se dividieron en tres subparcelas de 200 m² cada una, en cada parcela se evaluó uno de los tres periodos de rebrote (7, 9 y 11 semana), dentro de cada parcela se evaluó Taninos Condensados, saponinas, alcaloides.

Las pruebas para determinar metabolitos secundarios desde el punto de vista cualitativos tales como alcaloides, esteroides y cuantitativos como los taninos condensados se efectuaron en laboratorio de Nutrición de la Universidad de Cundinamarca.

Análisis fotoquímico cualitativo de metabolitos secundarios.

En el presente trabajo se estandarizó la técnica para evaluar y determinar los contenidos de TC por método colorimétrico.

Preparación de los extractos vegetales.

En un mortero se colocó 5gr de material vegetal seco y pulverizado, a continuación se adicionó 60ml de éter de petróleo + 60ml de metanol (9:1), aplicados en porciones de 20ml de forma

interrumpida con el proceso de maceración. Se obtuvo una mezcla acuosa. En un erlenmeyer se colocó un embudo con papel filtro, se le adicionó la mezcla anteriormente obtenida, con bomba de vacío se realizó un filtrado óptimo y rápido. El filtrado pasó a un embudo de separación y se agitó por tres minutos en posición horizontal, realizando círculos, agitando no revolviendo; luego dejó reposar por 30 minutos, con el fin de obtener la separación de dos capas, la superior es la fase en éter (etérea) y la inferior es la fase en metanol (acuosa), con una pipeta pequeña se retiró cuidadosamente la primera fase, se rotuló y guardó en tubos de ensayo con tapa rosca.

Determinación de taninos condensados: Se usó solución de ácido ascórbico en acetona 0.1%, Butanol en HCl 95:5, solución dodecil sulfato de sodio 1 %, reactivo de hierro en HCl 2 M y solución de Mercapto etanol 10 Mm. Para preparar solución de ácido ascórbico en acetona 0.1%, se utilizó un beaker, al cual se le agregó 30 ml de agua destilada con 70 ml de acetona y 0.1 gr de ácido ascórbico, se agitó por un tiempo de 5 minutos. En un balón aforado de 250 ml se preparó Butanol en HCl 95:5, adicionando 237.5 ml de butanol y se completó con HCl concentrado hasta llevar al aforo los 250 ml y se agitó por 1 minuto.

Cuantificación de TC por método colorimétrico.

En un tubo cónico de centrifugado se agregó 0.05 gr de la muestra en tubos, se añadió 2 ml del reactivo de ácido ascórbico en acetona 0.1%, se agitó durante 30 minutos, se dejó reposar y se adicionó 2,5 ml del reactivo de Butanol en HCl 95:5, se agitó por 1 minuto, se centrifugó a 2500 rpm durante 10 minutos, se extrajo la fase acetona - butanol y se midió el volumen y se conservó la extracción, en el residuo o pellet se repitió el procedimiento, el pellet se separó de las soluciones acuosas y se conservó, se colocó el extracto de la fase acetona-butanol en baño de maría a temperatura de 40°C durante 1 hora o hasta que evaporó la acetona y se midió el volumen.

Extracción de TC. Se pesó 0.01 gr de la muestra en tubos cónicos de centrifugado, se

añadió 2 ml del reactivo de ácido ascórbico en acetona 0.1% y 2.5 ml del reactivo de éter etílico, se añadió durante 30 segundos, se centrifugó a 2500 rpm durante 5 minutos, se extrajo y se descartó la capa de acetona-éter conservando el pellet o residuo para repetir el proceso, se conservó el último extracto con el pellet necesario para calibrar la curva de los taninos, se colocó el extracto con el pellet en baño de maría a una temperatura de 40 °C durante 1 hora o hasta que se evaporó la acetona, se midió el volumen. En la solución de pellet o tanino estándar (extracto acetona éter) se llevó a filtrado mediante la utilización de un embudo recubierto de papel filtro pesado, posteriormente se midió el filtrado el cual fue la fracción soluble, el residuo restante que se encontraba en el papel de filtro se puso en una cápsula de porcelana, para posteriormente ser llevada a estufa a 40°C hasta que quedo seco, se pesó el conjunto del papel y el pellet, se toma el pellet sin el papel y se lleva a un tubo de ensayo, en donde se le adicionó 2 ml del reactivo Butanol-HCl a una relación 95:5, a continuación se agitó durante tres minutos y se observó si hay cambios de color o separación de capas, se tomó el filtrado soluble anteriormente mencionado, se llevó a un tubo de ensayo, se le adicionó 2 ml del reactivo Butanol-HCl y se agitó durante 2 minutos, se dejó reposar y se observó si hay algún cambio, se llevaron los tubos a baño maria a 95°C durante 1 hora, para cuantificar la cantidad de taninos condensados solubles se utilizó un espectrofotómetro con una calibración de 550nm, esta calibración se realizó con un blanco preparado de la siguiente manera en un tubo de ensayo se adiciono 7 ml de Butanol- HCl, se incubo esta solución en un baño maria a una temperatura de 95°C durante 1 hora y se dejó enfriar, se midió la absorbancia. $A=2-\text{Log} \% T$.

Curva de calibración.

Se tomó una muestra 50 mg del pellet del extracto de la fase Acetona-Butanol y 100 microlitros de la solución con pellet, a cada una de las muestras se le adicionó 25 ml del reactivo de Ascórbico en Acetona 0.1%, se agito hasta disolución, se incubó a 95°C durante 30 minutos, se rotulo Stock TC (1) para el pellet y para la solución con pellet Stock TC (2), en 6

tubos de ensayo se adicionó los reactivos de la siguiente manera:

Tabla 1. Extracciones utilizadas para la curva de calibración stock 1 y 2

Reactivos (ml)	• TUBOS					
	BLANCO	1	2	3	4	5
Stock TC (1 y 2)		0,25	0.5	1.0	2.0	3,0
Butanol/HCl	5	5.0	4.5	4.0	3,0	2,0

Se agitaron los tubos por 3 minutos, se calibró el espectrofotómetro a 550 nm con el tubo Blanco para realizar la lectura de la absorbancia.

En la estimación de esteroides se colocó en un crisol 1ml de fracción no polar (fase etérea), en la plancha de calentamiento hasta que casi se haya evaporado el éter, luego al crisol se le adicionan 3-4 gotas de Cloroformo, a continuación se repartió la mezcla en una cápsula de porcelana, se secó al aire y se adicionó 4 gotas de anhídrido acético, y una gota de ácido sulfúrico concentrado. El resultado según la lietratura indica: Azul o verde (presencia de esteroides), Rojo, rosado o violeta (presencia de triterpenos) y Amarillo pálido (esteroides o triterpenos saturados).

En la estimación de alcaloides se colocó en una caja de petri 3ml de fase metanólica (fracción polar), se añadió 4 gotas de amoniaco, soportado en una plancha de calentamiento, esta solución se evaporó hasta la sequedad, luego se adicionó 3 gotas de ácido acético y 1 gota de agua destilada, después se colocaron gotas de esta solución en papel de filtro y se adiciono gotas de reactivo de Dragendorff, un cambio en la coloración del naranja a rojo o rozado sugiere la presencia de alcaloides.

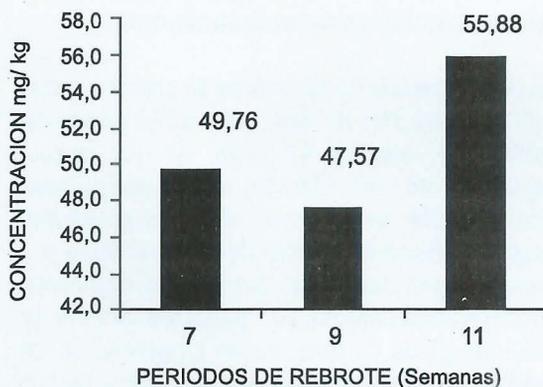
Para la estimación de saponinas se tomo una fracción de metanol (obtenida antes), la cual se le añadió 9 ml de agua destilada, el proceso se llevó a cabo en un tubo de ensayo, se agitó la solución vigorosamente durante 30 segundos y se dejó reposar 15 minutos. La persistencia de espuma indicara la presencia de saponinas, la porción de saponinas se mide de acuerdo a la altura de la espuma sobrenadante: Altura de menos de 5mm es prueba negativa, altura de 5 a

9 mm es contenido bajo, altura de 10 a 14mm es contenido moderado y altura mayor de 15 mm es contenido alto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de TC no presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los periodos de rebrote, siendo el periodo 11 el de mayor concentración para la especie *Polygonum segetum* Kunth (1817) (55.88 mg/Kg) y el de menor 9 (47.57 mg/Kg). En la grafica 1 se puede observar que en el periodo 9 de rebrote disminuyó la concentración de TC, con respecto a los otros periodos, lo que hace presumir es que en este periodo se disminuyo algún factor de estrés (fisiológico, climático, etc) lo que concuerda con lo descrito por Celis (2001) y Van soest (1992).

Según Celis (2001), la concentración de TC es de gran importancia debido a que forma complejo con la proteína, carbohidratos y otros nutrientes que son indispensables en las dietas de rumiantes, debido a los beneficios potenciales sobre el valor nutritivo de la dieta.



Grafica 1. Concentración de taninos condensado para *P altum*

La propiedad de los TC de enlazar las proteínas a pH neutros y después liberarlos a pH ácidos es una herramienta valedera para disminuir la degradabilidad de la Proteína en el rumen, por lo tanto aumenta la proteína que es absorbida a nivel del intestino, estos complejos pueden ser reversibles, con la formación de enlaces hidrofobicos y/o de hidrogeno o irreversibles a través de la oxidación de los grupos fenólicos con una quinona reactiva (Barry 1989), el pH

también tiene gran influencia en el proceso interacción proteína-tanino; mientras más cerca está al punto isoelectrico de la proteína, mayor será el grado de precipitación del complejo. Esto es de gran importancia para entender el rol de los taninos en la digestión por cuanto el pH varía de una a otra región del tracto digestivo (Haslam, 1989; Hagerman 1989 citado por Benavides 1995). Los complejos reversibles son estables e insolubles a pH de 3 a 7 pero se liberan a pH menores de 3 y mayores de 8 (Jones y Mangan 1977 citado por Lascano y Carrulla 1992).

Las concentraciones en promedio (0.051gr/Kg) para *Polygonum segetum* Kunth (1817), son inferiores que las reportadas en *G. sepium* (30-46 gr/Kg MS), considerada como una leguminosa de bajo contenido de TC (Romero, et al 2000), *F. macrophylla* (388 gr/Kg MS) (Cano et al 1994 citado por Romero et al 2000), *D ovalifolium* (238 gr/Kg MS), *A. mangium* (100gr/Kg MS), *Cayllandra* (194 gr/Kg MS) (Jackson y Barry 1996 citado por Romero, et al 2000).

En la actualidad, existe un reciente interés en TC como integrantes de las dietas de rumiantes, debido a los beneficios potenciales sobre el valor nutritivo de la dieta y la salud animal. Según su concentración en el forraje, las respuestas obtenidas fueron diferentes. Así a altas concentraciones (5-10 % de la materia seca), deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que a menor concentración (2-4 % de la materia seca), podrían disminuir las pérdidas de la proteína de la ingesta producida por la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementar la absorción intestinal de las proteínas (Waghorn et al 1997 citado por Otero y Hidalgo 2004), también reducen la digestibilidad: de la materia seca, de la materia orgánica, de la fibra, de la proteína, de los carbohidratos y por consiguiente afectan negativamente el desempeño productivo de los animales (Barry et al 1986; Reed et al 1990 citado por Otero y Hidalgo 2004).

Estas bajas concentraciones de TC permite beneficios en cuanto a las relaciones de incremento del nitrógeno debido a la reducción

de la degradación de la proteína en el rumen, pero que es absorbida en el intestino delgado lo que concuerda con lo reportado Wagheern *et al* (1987) citado por Carulla y Lascano (1992).

Tabla 2. Metabolitos secundarios en *Polygonum segetum* Kunth (1817).

Periodo de rebrote	Alcaloides*	Esteroides*	Saponinas*
7 Semana	1	1	1
9 Semana	1	1	1
11 Semana	1	1	1

El 1 indica presencia y el 0 ausencia

Para los Alcaloides se usó la prueba de Drangendorff, utilizando la fracción metanólica y obteniendo un resultado positivo en los tres periodos de rebrote, siendo un limitante, pero en ningún caso son concluyentes para que sean consideradas motivo de intoxicación, porque no se especifica de qué alcaloide se trata ni la cantidad encontrada. La determinación de la presencia de alcaloides es importante debido a que estos actúan sobre el cerebro, la médula espinal, los nervios periféricos (motores y sensitivos), el iris, los músculos lisos de los órganos genitales, por lo tanto según su acción los alcaloides se pueden dividir en excitantes y paralizantes (Camacho, 2002), los alcaloides tienen poca importancia como inhibidores de la digestión, pero presentan efectos altamente tóxicos en el animal, estos metabolitos, en dependencia de su tipo, pueden provocar estreñimiento, meteorismo, vómitos, muerte por fallo respiratorio, etc., también los alcaloides asociados con esteroides producen salivación, vómitos, postración, actividad cardiaca deprimida, disnea y muerte; aborto o efectos congénitos (Palazón *et al*, 1.998), de ahí la importancia de evaluar su presencia.

Para la determinación de Esteroides se utilizó la prueba de Lieberman-Buchard, a partir de la fracción etérea del extracto vegetal, para cada uno de los periodos de rebrote, dando como resultado positivo, la evaluación de la presencia de esteroides es importante pues el consumo de estos disminuye el ritmo Cardíaco, permitiendo que el animal efectúe un cambio de la frecuencia respiratoria ya que tiene que

aumentar su frecuencia respiratoria para mejorar su oxigenación, pero esta posibilidad se puede descartar al no presentar otros síntomas de intoxicación por estos compuestos (salivación y vómitos). (Galindo, *et al* 1989)

Se encontró presencia de Saponinas en los tres periodos de rebrote; indicando que estos materiales son amargos a causa de este metabolito secundario, su palatabilidad se verá afectada por dicha sustancia, la salud de los animales no será afectada a causa de intoxicación ya que este metabolito consumido en exceso por su capacidad espumante sería causante de problemas de tipo ruminal; en altas concentraciones elimina bacterias, hongos y protozoos, es posible también que sea concomitante para timpanismo en animales poligástricos; haciendo que el animal padezca de graves desordenes digestivos, produciendo pérdidas de peso, baja producción de leche, disminución en la asimilación de nutrientes, pérdida de AGV a causa de la producción de gas. (Martínez, 2000).

Las saponinas pueden ser tóxicas en animales no rumiantes y se han sugerido como el factor de causar hinchazón, principalmente en las saponinas de las leguminosas (Oleszek, 1988 citado Van Soest 1992), las saponinas son extensamente distribuidos en las leguminosas y pueden causar la formación de espumas de los establos, ellos también promueven la hemólisis de las células de la sangre, las saponinas son el factor de baba que se ha usado para estudiar flujo salival (Goetsch and Owens 1985 citado por Van soest 1992), no es conocido si las saponinas inhiben el crecimiento de las bacterias del rumen, porque estas últimas tienen alguna habilidad para desintoxicarse.

Las saponinas son esteroides y glucósidos triterpénicos que tienen la capacidad de empastar al aumentar la viscosidad del líquido ruminal y provocar espumosis, pero tienen un rol secundario, ya que el pH 4,5 a 5 al cual actúan es inferior al pH 5,5 a 6 que es el del rumen de un animal empastado. No todas las leguminosas que causan meteorismo espumoso tienen alta cantidad de saponinas, como son los tréboles rojo y blanco, la Alfalfa causa meteorismo tanto en variedades de baja o de

alta cantidad de saponinas. (Bavera y Peñafort 2005).

Conclusiones y recomendaciones

Las concentraciones de taninos, se encontraron en un nivel bajo, lo cual indica que su presencia no afecta el consumo voluntario de los follajes, como tampoco la reducción en la degradación de la proteína y de las fibras; Por el contrario los beneficios de los bajos niveles de taninos parece estar relacionado a un incremento en la retención de Nitrógeno debido posiblemente a una reducción de la degradación de la proteína en el rumen y por lo tanto una absorción mas alta de Nitrógeno en el intestino delgado

La presencia de metabolitos secundarios no especifica la clasificación de estos, este resultado se presenta debido a que en los análisis cuantitativos, la presencia de estos metabolitos no es considerada como una limitante para estas especies en cuanto a su consumo ya que en ningún caso se consideran toxicas.

Realizar análisis de laboratorio de tipo cuantitativo para Alcaloides, Esteroides, Saponinas, en la cual se especifique la clase, las cantidades y la toxicidad que generen en el consumo en los animales

Es importante ejecutar experimentos en cuanto a pruebas de consumo voluntario y/o racionado, digestibilidad de las fibras y proteína y su correlación con los contenidos de TC, determinar en pruebas con animales la ganancia de peso/día; en animales con el fin de presentar unos niveles de inclusión apropiados, para *P altum*.

BIBLIOGRAFÍA

BARRY, T. N., AND W. C. MCNABB. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *Brit. J. Nutr.* 1999. 81:263-272.

BARRY, T. N. Condensed tannins: Their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effect upon the rumen ecosystem. In :Nolan, J.V.; Leng, R.A. Demeyer. D.I. The roles of Protozoa and fungi in ruminant digestion. Editorial Penambul. 1989. Pag 153-169.

BAVERA, G. A.. PEÑAFORT. C. H. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Meteorismo espumoso o empaste. <http://www.produccionbovina.com>. 2005.

BENAVIDES, J. Manejo y utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforesteria en las Américas*. No 7, Julio-Septiembre. 1995.

CAMACHO, R, R. Manual practico de lechería. Plantas toxicas para el ganado. Temas de orientación agropecuaria. Banco ganadero. 2002.

CELIS, G. A. Determinación de la calidad nutritiva de *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* y *Cratylia argentea* Como forraje en la zona de ladera de Cauca y Valle, Colombia. 2001.

CHURCH, D,C..Fundamentos de Nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa S.A. 2ª edición. México. 2003. P. 50-100,101.

FONSECA., G.E., CORDOBA O.G., JARAMILLO J.E., DIAZ C.A., Boletín divulgativo No 5 Corpoica Centro de Investigación La Selva Rio Negro Antioquia Colombia 2005.

GALINDO,W. ROSALES,M. MURGUEITIO, E. LARRAHONDO, J. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarraton. Fundación CIPAV. Cali-Colombia. 1989.

GONZALES, A ,G.fundamentos de producción animal aplicada, ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Pags 118-12. http://www.turipana.org.co/degradacion.materia/20_seca.htm. 6 de Diciembre de 2004

LASCANO C; CARULLA J. Presencia de taninos en las especies forrajeras implicaciones alimenticias.1992. Pág. 190-204.

MARTÍNEZ, R. MARTÍNEZ,N. Diseño de Experimentos, Análisis de datos Estándar y No Estándar. Editorial Guadalupe. Fondo Nacional Universitario. Santa fe de Bogotá D,C. 1997.

MARTÍNEZ, S. Los metabolitos intermedios como factores antinutricionales, Universidad de Camagüey, Cuba. 2000.

Mc DONALD, P. EDWARDS, R. GREENHALGH, J.. Nutrición animal cuarta, edición editorial Acirbia S.A. Zaragoza. 1993. Pág. 144-155.

MONTAÑO, C., CHAVES.G., GOMEZ.M. Conozcamos a Facatativa. UMATA, Facatativa., Vol 1. 2004.

MUHAMMAD I, CAMERO, A; CAMARGO, C; ANDRADE H.Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Turrialba, Costa Rica. 2000.

ROMERO, C; PALMO, J; LOPEZ, J. Influencia del pastoreo en concentración de fenoles y taninos condensados en *Gliciria sepium* en el trópico seco. Centro Universitario de investigación y desarrollo agropecuario. Universidad de Colima, México. Troya@cgic.ucol.mx. 2000.

OTERO, M. J; HIDALGO, L. Taninos Condensados en especies forrajeras de clima templado efectos por parasitosis gastrointestinales. Facultad de Ciencias Veterinarias. Tandil. 2004.

PALAZÓN, J, R.M. CUSIDÓ Y C. MORALES. Grupo de Biotecnología Vegetal, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona <http://www.ub.es>. 1998.

SALISBURY,F,B. y ROSS, C,W. Fisiología Vegetal. Editorial grupo editorial Iberoamérica. México. 1994. P354–359.

TERRILL, T; ROWAN, A. M; DOUGLAS, G. B, and BARRY, T.N. Determation of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food and Agric.* 1992. P321-329.

VAN SOEST, P,J. ROBERTSON, J,B. LEWIS,B,A. Methodos for dietari fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 1991. P74:3583.

VAN SOEST . Nutritional ecology of the rumiant. O and B Books Corvallis. Oregon. 1992.

WAGHORN, G. C., J. D. REED, AND L. R. NDLOVU.. Condensed tannins and herbivore nutrition. Pages 153–166 in *Proc. Inter. Grasslands Conf.*, Winnipeg, Canada. 1997.

WAGHORN, G.C., I. D. SHELTON, AND W.C. MCNABB. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 1. Non-nitrogenous aspects. *J. Agric. Sci. Camb.* 1994. 123:99–107.