

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



La Universidad que siembra

VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA

COORDINACION
ÁREA DE POSTGRADO

FOLLAJE Y FRUTO DE *Acacia macracantha* ATENUADOS
EN TANINOS EN LA ALIMENTACIÓN DE
CONEJOS EN ENGORDE

Autor: Miguel A. Espejo D.
Tutor: Prof. Gustavo Nouel

GUANARE, DICIEMBRE DE 2009

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“EZEQUIEL ZAMORA”**



**Vicerrectorado de Producción Agrícola
Coordinación Área de Postgrado
Maestría en Producción Animal Integral**

La Universidad que siembra

FOLLAJE Y FRUTO DE *Acacia macracantha* ATENUADOS EN TANINOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS EN ENGORDE

Requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiarum

AUTOR: Miguel Alejandro Espejo-Díaz
C.I. Nº V- 12.357.111

TUTOR: Prof. Gustavo Nouel Borges

GUANARE, DICIEMBRE DE 2009

DEDICATORIA

A mis viejos, Bernardo (□), Margot (□) y Cruz (□), espero que desde el cielo estén disfrutando de todo esto, porque mis logros son sus logros; los quiero mucho.

A mi madre, pilar fundamental en toda mi formación profesional y personal, gracias por apoyarme en todo momento, te amo.

A mis hermanos, quiero que sepan que siempre me he esforzado por darles el mejor ejemplo, espero estar lográndolo, los quiero manos.

A la mujer que espero me acompañe por el resto de mi vida, que este sea el comienzo de una larga historia, te amo Ángela.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgencita de la Coromoto, por darme todo lo que tengo y enseñarme a valorarlo.

A toda mi familia, por estar siempre pendiente, apoyándome y aconsejándome, se les quiere.

A la persona que me entregó la llave de una puerta llamada investigación, me enseñó a dar mis primeros pasos y luego me dio la libertad para andar solo, mi tutor y gran amigo, Gustavo Enrique Nouel.

A Roseliano Jesús Sánchez, quien ha compartido conmigo todas las penas y glorias de este camino llamado maestría; fue duro, pero lo logramos compadre.

A Marling y Anny, por su desinteresada ayuda en todo momento, gracias por todo amigas.

A la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, en especial al C.D.C.H.T., por el financiamiento parcial de esta investigación.

Por su ayuda en la recolección del material vegetal, a los Ing. Klara Kok, Patricia Alarcón y Alejandro Romero, a Mariela Peña y Omar Alfonso Yépez (el cosechador de úveda más joven que he conocido).

Al Ing. Alejandro Romero, por toda la ayuda prestada en la elaboración del alimento y en el mantenimiento de los animales experimentales.

A mi amiga María Elena Torrealba, por los días festivos que pasó alimentando conejos.

A las Ing. Eymar Molina y Karla Aldana, por toda la colaboración prestada en los análisis de laboratorio.

Al Prof. Jesús Rojas, por la revisión meticulosa de este documento, por sus oportunas recomendaciones y sabios consejos.

A Ángela Cahua, por la gran ayuda en las correcciones de este documento, gracias por la paciencia.

A todos mis tesisistas, porque con ellos he crecido y cada día aprendo un poco más.

Contenido

	Pág
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Lista de Tablas	vi
Lista de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1
Objetivos	4
Revisión de Literatura	6
Los taninos, métodos de extracción y atenuación	6
Parámetros fisiológicos en conejos	13
Digestibilidad de nutrientes en raciones para conejos	15
Parámetros productivos en conejos	18
Metodología	22
Ubicación	22
Diseño de experimentos	22
Atenuación de polifenoles	22
Procesamiento de follaje y frutos	23
Análisis químico de materias primas, formulación y elaboración de raciones	24
Alimentación de conejos	24
Determinación de digestibilidad	24
Determinación de metabolitos sanguíneos	25
Determinación de ganancia diaria de peso	26
Resultados y Discusión	28
Atenuación de polifenoles en follaje de <i>Acacia macracantha</i>	28
Atenuación de polifenoles en frutos de <i>Acacia macracantha</i>	32
Respuesta animal	37
Consumo de materia seca y digestibilidad de nutrientes	40
Parámetros fisiológicos	42
Conclusiones	48
Recomendaciones	49
Referencias Bibliográficas	50

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pág
1	Concentración de proteína cruda y polifenoles totales en plantas leguminosas de diferentes regiones del mundo	9
2	Polifenoles totales, taninos totales y taninos condensados en diferentes materiales vegetales provenientes de plantas leguminosas	11
3	Composición química de las materias primas utilizadas en la formulación de las raciones	25
4	Porcentaje de inclusión de materias primas utilizadas en cada una de las raciones, expresado en materia seca	26
5	Efecto de la temperatura del agua en la cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda.	28
6	Efecto del tiempo de inmersión en agua en la cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda	29
7	Cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda para cada tratamiento	31
8	Cantidad de taninos que precipitan proteínas presentes en follajes de úveda para cada tratamiento	32
9	Efecto de la temperatura del agua sobre la cantidad de polifenoles presentes en frutos de úveda	33
10	Efecto del tiempo de inmersión en la cantidad de polifenoles presentes en frutos de úveda	34
11	Composición química de la ración basal y con frutos o follaje de úveda	37
12	Peso inicial y final, ganancia de peso y consumo total de alimento, en conejos alimentados con frutos o follaje de úveda	39
13	Parámetros de rendimiento en conejos alimentados con frutos o follaje de úveda	40
14	Consumo promedio de materia seca y digestibilidad de las fracciones analizadas en conejos alimentados con frutos o follaje de úveda	41
15	Metabolitos sanguíneos, por muestreo, en conejos alimentados con frutos o follaje de úveda	43
16	Peso metabólico y peso de hígado, riñón y timo en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda	47

LISTA DE FIGURAS

Fig.		Pág
1	Concentración de taninos condensados en follaje de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión	30
2	Concentración de polifenoles totales en frutos de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión	35
3	Concentración de polifenoles simples en frutos de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión	35
4	Concentración de taninos totales en frutos de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión	36
5	Concentración de taninos condensados en frutos de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión	37

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL INTEGRAL

**FOLLAJE Y FRUTO DE *Acacia macracantha* ATENUADOS EN TANINOS
EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS EN ENGORDE**

AUTOR: MIGUEL ALEJANDRO ESPEJO DÍAZ

TUTOR: GUSTAVO NOUEL B.

AÑO: 2009

RESUMEN

En la Unidad de Investigación en Producción Animal de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Lara, Venezuela, se realizó un ensayo de atenuación de taninos en hojas y frutos de úveda (*Acacia macracantha*), de acuerdo con la metodología propuesta por Makkar (2003). Se utilizó un arreglo factorial 3 (temperatura; 25, 45 y 65 °C) x 5 (tiempo de inmersión en agua; 0, 6, 12, 24 y 48 horas), en un diseño completamente aleatorizado. Se seleccionó el tratamiento que produjo la mayor atenuación de polifenoles en el follaje y los frutos, con el propósito de realizar una prueba de comportamiento animal al incluir 30 % del material tratado en raciones para conejos. La mayor atenuación de taninos en el follaje de *A. macracantha* se logró al tratarlo por 6 horas ($P < 0,01$) y en los frutos por 48 horas ($P < 0,01$) a 25 y 65 °C, respectivamente. Hubo diferencias en la digestibilidad de nutrientes entre las raciones, y al utilizar follaje fue menor ($P < 0,01$). Las transaminasas y la urea disminuyeron con el uso de úveda ($P < 0,01$), mientras que glucosa, colesterol, LDL y triglicéridos fueron similares ($P > 0,05$). El hígado y los riñones presentaron menor peso ($P < 0,01$) en los animales que consumieron la ración con follaje. Los parámetros productivos superaron a la mayoría de los reportados con forrajes tropicales, aunque fueron menores con follaje. El mayor beneficio económico se obtuvo al utilizar raciones con fruto.

Palabras clave: *Acacia macracantha*, taninos, conejos, nutrición, producción.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL INTEGRAL

**FOLIAGE AND FRUIT OF *Acacia macracantha* TANNINS ATTENUATED
ON FEEDING OF RABBITS FATTENING**

AUTOR: MIGUEL ALEJANDRO ESPEJO DÍAZ

TUTOR: GUSTAVO NOUEL B.

AÑO: 2009

ABSTRACT

At the Unidad de Investigación en Producción Animal, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Lara, Venezuela, an attenuation trial of tannins in leaves and fruits of úveda (*Acacia macracantha*) was conducted according to the methodology proposed by Makkar (2003). A 3 (temperature, 25, 45 and 65 ° C) x 5 (time of immersion in water 0, 6, 12, 24 and 48 hours) factorial design was used in a completely randomized design. The treatment that produced the greatest attenuation of polyphenols in leaves and fruit was selected, with the intention to conduct an animal behavioral test to include 30% of the material covered in rabbit diets. The greater attenuation of tannins in *A. macracantha* foliage and fruits were achieved by treating of 6 and 48 hours ($P < 0.01$), at 25 and 65 °C, respectively. There were differences in nutrients digestibility between the diets and was lower in foliage diet ($P < 0.01$). Transaminase and urea decreased with úveda use ($P < 0.01$), while glucose, cholesterol, LDL and triglycerides were similar ($P > 0.05$). The liver and kidneys had less weight in animals that consumed the diet with foliage ($P < 0.01$). The productive parameters outperformed most tropical forages reported, even though there were lower in foliage. The greatest economic benefit was obtained by using diets with fruit.

Key words: *Acacia macracantha*, tannins, rabbits, nutrition, production.

INTRODUCCIÓN

La producción animal en los últimos años se ha orientado a obtener los máximos índices de producción, con el mínimo impacto negativo sobre el ambiente, para lograr así la sostenibilidad de los sistemas.

La FAO ha señalado la importancia de la producción rural de conejos para satisfacer la demanda de proteína animal que se suscita debido al elevado ritmo de crecimiento poblacional en el ámbito mundial (Lebas *et al.* 1997). La cunicultura representa una alternativa de producción de proteína animal a bajo costo, sustentada en la alta eficiencia reproductiva de estos animales. Una hembra adulta es capaz de producir 48,6 kg de peso vivo por año (Lukefahr y Cheeke 1990a). Pero para mantener estos índices en países subdesarrollados se debe fortalecer la investigación, extensión y asistencia técnica en el área de mejoramiento genético, control de enfermedades, economía, sistemas de alojamientos, manejo, nutrición y reproducción (Lukefahr y Cheeke 1990b, 1991); ya que, en la actualidad la investigación realizada se concentra en naciones desarrolladas de Europa (Lukefahr y Cheeke 1990a, Lebas *et al.* 1997). Esta afirmación se sustenta en la posibilidad de producir carne principalmente con una alimentación basada en forrajes, que no compiten con la alimentación humana y cuya proteína puede ser utilizada eficientemente por estos animales, lo cual permite brindar cantidades limitadas de alimento balanceado (Lukefahr y Cheeke 1990b, Lebas *et al.* 1997).

En el caso de la cunicultura, una de las principales limitantes que se presenta es el alto costo del alimento balanceado comercial (ABC), dado que las materias primas utilizadas en su fabricación son generalmente importadas. Esto incentiva la investigación orientada a sustituir parcial o totalmente el uso de ABC, sin afectar negativamente los parámetros productivos en esta especie. Para esto se han empleado especies forrajeras

y materias primas que están disponibles localmente, de fácil adquisición, con bajo valor económico y que no compiten con la alimentación humana.

En condiciones tropicales, se puede conseguir una gran diversidad de leguminosas naturales y cultivadas. En la actualidad se tienen identificados 748 géneros y 19.700 especies de la familia Leguminosae (sin. Fabaceae), dispersas tanto latitudinal como altitudinalmente en una diversidad de ecosistemas. Éstas son plantas, en su mayoría, que se desarrollan generalmente en condiciones adversas: altas temperaturas, precipitación extrema y suelos de baja fertilidad. Todas estas características les confieren un alto potencial como fuente de proteína de bajo costo, lo cual incrementaría la calidad de las raciones para animales (Sánchez 2001).

La utilización de especies leguminosas como parte de las raciones basadas en pastos y residuos de cosecha es común en América Latina, África y Australia. El uso de estas especies, además de permitir la sostenibilidad del sistema, impulsa el manejo alimenticio a menor costo. Debido a las condiciones adversas donde se desarrollan las leguminosas, éstas producen sustancias orgánicas de autoprotección, principalmente compuestos polifenólicos, los cuales al ser consumidos por el animal pueden tener efectos (Makkar 2003).

Por lo tanto, previo a su utilización en la alimentación animal, sobretodo en especies no-rumiantes, es necesario la aplicación de tratamientos que neutralicen o atenúen los efectos negativos que puedan producir este tipo de compuestos.

Es importante tener en cuenta que, aunque la función principal del tracto gastrointestinal es extraer los nutrientes esenciales de los alimentos para luego metabolizarlos, también elimina aquellos compuestos no nutritivos o tóxicos (Johnson 1997).

La alimentación de cualquier especie animal fundamentada en alimento balanceado comercial en países tropicales, como es el caso de Venezuela, es poco conveniente debido a factores geográficos, tecnológicos y económicos.

Por tal motivo es necesario buscar nuevas alternativas de alimentación con la utilización de materias primas disponibles localmente, así como la incorporación de tecnologías apropiadas que constituyan un pilar importante para la construcción de sistemas de producción cunícola sustentables (Nieves *et al.* 1996a). Con el uso de úveda detanificada se pretende seguir las bases mencionadas, con parámetros productivos, nutricionales y fisiológicos similares a los obtenidos con alimento balanceado comercial.

OBJETIVOS

General

- Evaluar el efecto del tiempo inmersión en agua y la temperatura del agua en la detanificación de follaje y fruto de *Acacia macracantha* y la influencia de ese material atenuado en taninos en la alimentación de conejos en engorde.

Específicos

- Determinar polifenoles totales, polifenoles simples, taninos totales, taninos que precipitan proteínas y taninos condensados en follaje y fruto de úveda que ha sido tratado por inmersión en agua durante 0, 6, 12, 24 y 48 horas a 25, 45 y 65 °C.
- Establecer digestibilidad de las fracciones materia seca (DAMS), materia orgánica (DAMO), proteína cruda (DAPC), energía (DAE), fibra neutro detergente (DFND), fibra ácido detergente (DFAD) y Hemicelulosa (DHem.) en raciones con 30 % de inclusión de follaje o fruto de úveda atenuados en taninos, en conejos en engorde.
- Determinar consumo (C), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), peso vivo final (PVF) y rendimiento en canal (RC), en conejos alimentados con las raciones planteadas.
- Determinar la concentración en suero sanguíneo de glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL, LDL, urea y transaminasas, en conejos alimentados con las raciones descritas.

- Determinar peso fresco de hígado, riñón y timo y su relación con el peso vivo y metabólico de conejos alimentados con las raciones propuestas.
- Estimar el costo de las prácticas alimenticias.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los taninos, métodos de extracción y atenuación

Los taninos se definen generalmente como compuestos polifenólicos o polímeros fenólicos naturales, de alto peso molecular, que se encuentran en la materia vegetal (Makkar 2003). Los polifenoles son importantes para la fisiología de las plantas, pues contribuyen a la resistencia de microorganismos e insectos y ayudan a preservar su integridad en condiciones ambientales adversas, incluso radiaciones ultravioleta y altas temperaturas (Gutiérrez 2002).

Su composición química es variable pero poseen una característica común, son astringentes y coagulan los alcaloides, albúminas y metales pesados. Son polvos amorfos de color amarillo-castaño oscuro, aspecto graso, poco densos, solubles en agua y alcohol, e insolubles en benceno y cloroformo. Cuando se calientan a 210 °C se descomponen y producen dióxido de carbono y pirogalol. La exposición a la luz oscurece su color; presentan un sabor amargo y desagradable, esto se debe a que forman complejos con las proteínas de la saliva en la boca. Los taninos forman complejos químicos fuertes con las proteínas, azúcares y almidones, los cuales son estables en un rango de pH desde 7 hasta 3,5. Reaccionan con el cloruro férrico y otras sales; punto de inflamación de 199° C, temperatura de auto ignición de 528,5° C; poco tóxicos por ingestión o inhalación (Makkar 2003).

La fórmula general de un tanino común es $C_{14}H_{14}O_{11}$. Los distintos taninos tienen composiciones diferentes. Generalmente se clasifican en dos grandes grupos: taninos hidrolizables y taninos condensables.

Los taninos hidrolizables (TH), son sintetizados por una gran variedad de plantas, varias de estas se han usado como alimento para animales, se

pueden encontrar en la madera, en la corteza, hojas y frutos. A su vez se dividen en:

- a) Galotaninos, caracterizados por la presencia de ácido gálico.
- b) Elagitaninos, su componente principal es el ácido elágico.

Por hidrólisis generan fenoles polihidroxílicos relativamente simples, ácido gálico y galotaninos (Triagaloil glucosa, por ejemplo), ácido elágico y elagitaninos.

Los galotaninos son los taninos hidrolizables más simples, son relativamente raros en la naturaleza, pero son los principales constituyentes de los ácidos tánicos comerciales (Nonaka 1989).

En las relaciones biosintéticas entre diferentes taninos hidrolizables; el compuesto central, pentagaloilglucosa, es el punto de partida para muchas estructuras complejas de taninos. Estos compuestos pertenecen a la familia de los galotaninos, los cuales consisten en un poliol central, como la glucosa, la cual está rodeada por varias unidades de ácido gálico. Los taninos más complejos tales como los elagitaninos, se obtienen biosintéticamente a partir de la pentagaloilglucosa, a través de reacciones oxidativas entre las unidades de ácido gálico (Nonaka 1989).

Existe una gran cantidad de moléculas de TH. La variación estructural entre estos compuestos es causada por la unión oxidativa de unidades vecinas de ácido gálico o por la oxidación de los anillos aromáticos. Estas reacciones de unión oxidativas pueden producir taninos hidrolizables grandes y complejos.

Los taninos condensados (proantocianidinas) son polifenoles condensables con pesos moleculares comprendidos entre 500 y 3000 g/Mol, están constituidos por unidades de flavonoides, las cuales soportan diversos grados de condensación, carbohidratos y restos de aminoácidos. Se denominan como flavonoides a varias clases de sustancias naturales que contienen dos anillos aromáticos unidos mediante una cadena de tres átomos de carbono que se encuentran ampliamente distribuidas en los

vegetales. Entre los taninos condensables presentes en especies vegetales, se encuentran los flavanoles (catequinas) y antocianidinas. Estructuralmente comprenden un grupo de polihidróxi-flavan-3-ol y polímeros unidos por enlaces C-C entre las unidades de flavonoides (Hagerman *et al.* 1998).

Según Ruíz (1999), entre la diversidad de estructuras que se pueden encontrar dentro de este grupo de compuestos se tienen flavanoles (catequina y galocatequina) y antocianidinas (pelargonidina y cianidina).

La reactividad de las proantocianidinas con moléculas que cumplen funciones biológicas tiene importantes consecuencias nutricionales y fisiológicas. Sus múltiples grupos hidroxilos fenólicos ocasionan la formación de complejos con las proteínas, iones metálicos y otras macromoléculas como los polisacáridos (Hagerman *et al.* 1998).

Los taninos se combinan con proteínas exógenas y endógenas, incluso del tracto digestivo, formando complejos Taninos-Proteínas que afectan la digestibilidad de las proteínas entre un 3 a un 15 %, especialmente cuando se encuentran en una concentración superior al 5% (Gilboa 1995, Min y Hart 2003).

En el trópico, las especies vegetales forrajeras y en especial las leguminosas, por su contenido de proteína (15-30%), son un recurso forrajero con potencial para aumentar la producción animal (Smith y Van Houter 1987). Sin embargo, estas especies contienen compuestos secundarios con propiedades antinutricionales. La úveda, como leguminosa, presenta ambas características. Uno de los metabolitos secundarios con mayor importancia son los taninos condensables; los cuales pueden tener efectos positivos y negativos en la digestibilidad de la proteína, los carbohidratos y la fibra del alimento para el animal. El tipo y contenido de éste y otros metabolitos secundarios, están influenciados por las condiciones climáticas (Tabla 1), el genotipo de la planta y por su estado fenológico (Reed *et al.* 1985), la velocidad de crecimiento, la condición nutricional del suelo, la depredación y las enfermedades (Romero *et al.* 2000).

Cuando los mamíferos consumen una planta rica en taninos, los complejos tanino-proteína pueden reducir la digestibilidad de las paredes celulares de la planta debido a que se ligan a enzimas. Los taninos también pueden reducir la digestibilidad de la pared celular de los carbohidratos al formar complejos no digeribles con la celulosa y hemicelulosa. La reducción de la digestibilidad de la pared celular restringe la energía que el animal puede obtener del forraje (Sashidhar 1997).

Tabla 1. Concentración de proteína cruda y polifenoles totales en plantas leguminosas de diferentes regiones del mundo

Región	% PC	% PFT
Himalaya	15,2 ± 1,2	6,0 ± 1,0
África	14,1 ± 1,2	15,7 ± 4,3
Áridas y semi-áridas	11,3 ± 0,97	10,6 ± 0,5

PC: Proteína cruda, PFT: Polifenoles totales.

Fuente: Makkar (2003)

Las cantidades de taninos presentes en una especie leguminosa son muy variables e impredecibles, y sus efectos en los animales pueden ser beneficiosos o tóxicos y causar incluso la muerte. Los efectos tóxicos o antinutricionales tienden a ocurrir en períodos de tensión, cuando una proporción muy grande de la dieta es taninífera. Con una mejor comprensión de las características de los taninos y del manejo apropiado, podrían convertirse en una fuente de proteína inestimable para la suplementación estratégica, sobretudo en países en vías de desarrollo (Makkar 2003).

Los taninos se encuentran generalmente en especies arbóreas y arbustivas, pero son poco comunes en especies herbáceas. Para ser más específicos; cerca de 17 % de las plantas anuales, 14% de las herbáceas perennes, 79% a 87% de las plantas arbustivas y arbóreas contienen taninos. Los mismos tienen gran influencia en el valor nutritivo de los forrajes (Makkar 2003).

Los taninos condensados pueden llegar a producir efectos depresivos sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno, ya que provoca saciedad y limita por lo tanto el consumo de materia seca (Flores *et al.* 1999, Gutiérrez *et al.* 2003).

Los taninos son productos secundarios que no influyen en la reproducción ni en el crecimiento de las plantas, por lo tanto no existe un requerimiento mínimo de taninos. En otras palabras, los taninos no son usados por las plantas que lo producen, son productos de reacciones químicas (Makkar 2003).

La cuantificación de taninos es un requisito fundamental para llevar a cabo estudios nutricionales (Reed 1995). Se han reportado concentraciones de taninos (Tabla 2) para los diferentes tipos de estructuras vegetales, como hojas (Makkar y Becker 1993), cereales (Terrill *et al.* 1992, Youssef 1998), legumbres (Stanley 1992, Wang *et al.* 1994) y semillas oleaginosas (Mansour *et al.* 1993).

Tradicionalmente, factores como el solvente, tiempo y temperatura, han sido considerados en la extracción de taninos. En contraste, la proporción muestra: solvente es normalmente menos considerada como un factor crítico, aunque es un factor a considerar para las diferencias en concentraciones de un mismo polifenol reportado para una misma especie (Constantinides y Fownes 1994). Es importante señalar que el método descrito para un tipo de alimento, no necesariamente es conveniente para otro (Martínez *et al.* 2000).

Se han realizado diferentes investigaciones encaminadas a neutralizar los taninos presentes en especies leguminosas y subproductos agroindustriales, con el fin de mejorar la respuesta animal al ser utilizados en sistemas de alimentación. En este sentido, Smith *et al.* (2005) utilizaron una solución a base de cenizas de *Acacia nilotica* (5 %) por 24 horas y obtuvieron que es posible reducir el efecto perjudicial de taninos en fermentación in

vitro. Sin embargo, la ceniza de madera fue menos eficaz cuando realizaron el mismo tratamiento con NaOH.

Tabla 2. Polifenoles totales, taninos totales y taninos condensados en diferentes materiales vegetales provenientes de plantas leguminosas

Material	Especie	% PFT	% Taninos	% TC
Semillas	<i>Alysicarpus</i>	-	0,6 – 0,8	0,05 – 0,15
	<i>Ovalifolius</i>	-	0,4 – 2,6	0,05 – 2,30
	<i>Commelina forskalali</i>	-		
	<i>Eragrostis tremula</i>	-	0,6 – 3,8	No detectado
	<i>Zornia glochidiata</i>	-	0,3 – 0,4	No detectado
Planta	<i>Lathyrus sativus</i>	1,2 ± 0,21	0,42 ± 0,07	0,26 ± 0,22
	<i>Vicia narbonensis</i>	0,98 ± 0,15	0,37 ± 0,09	0,13 ± 0,05
	<i>Vicia sativa</i>	1,14 ± 0,4	0,52 ± 0,27	0,51 ± 0,53
	<i>Vicia ervilia</i>	0,65	0,18	0,47
Follaje	<i>Vicia sativa</i>	2,34 ± 0,7	1,35 ± 0,62	1,72 ± 0,85
	<i>Vicia narbonensis</i>	1,37	0,6	0,43
Semillas de haba	Flores blancas	0,45 ± 0,04	0,01 ± 0,006	No detectado
	Flores colores	2,01 ± 0,57	1,41 ± 0,44	2,62 ± 0,71

PFT: Polifenoles totales, TC: Taninos condensados.

Fuente: Makkar (2003).

Los taninos de los frutos y hojas de *Acacia barteri* fueron tratados con diferentes pH (desde 6 hasta 11), temperaturas (0, 20, y 37 °C) e intervalos de tiempo de almacenamiento (hasta 18 h), utilizando Folin-Ciocalteu y butanol-HCl-Fe³. La detanificación aumentó (hasta 99 % en algunos casos) a medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento, el pH, y la temperatura; pero se presentaron problemas en la cuantificación de taninos en muestras tratadas con álcalis, lo cual se solventó con la adición de ácido clorhídrico. Esos resultados sugieren que para estudiar los efectos nutritivos, fisiológicos, y biológicos de taninos (i) el pH de la solución tanino-contentiva nunca debe ser alcalino, (ii) la solución debe mantenerse a temperatura baja,

y (iii) la exposición al oxígeno o a cualquier otro agente oxidante debe evitarse (Makkar y Becker 1996).

Los taninos condensados de guisante playero, guisante verde y guisante de césped se extrajeron usando metanol o acetona a diferentes concentraciones, con o sin acidificación. Con 70% de acetona y 1% de HCl, se extrajo la cantidad máxima de taninos condensados. Se ensayaron taninos condensados extraídos usando 0,5% de solución de vanillin en metanol con 4 % de HCl (v/v). El guisante playero contuvo una cantidad más alta de taninos condensados (11,6 %) que el guisante de césped indio (1,54 %), el guisante de césped canadiense (0,109 %) o el guisante verde (0,072 %). Las semillas verdes frescas y cáscaras de la vaina de guisante playero contenían cantidades más bajas de taninos (7,19 y 9,13 %, respectivamente) que las semillas maduras y cáscaras de la vaina (11,7 y 2,05 %, respectivamente). Las ramas más los tallos de guisante playero contuvieron la cantidad más baja de taninos condensados (0,95 %) cuando se comparó con las otras partes de la planta (Chavan *et al.* 2001).

Porciones comestibles de verduras frescas y frutas se homogeneizaron con nitrógeno líquido liofilizado a 0,2 Pa por 48 h y se sometieron a extracción con metanol al 90%, se obtuvo una recuperación de 68 a 92 % (Sakakibara *et al.* 2003).

Alarcón y Giménez (2004) estudiaron la cantidad y naturaleza de compuestos polifenólicos presentes en cada uno de los estados fenológicos de *Acacia polyphylla* (*A. glomerosa*) y *Mimosa arenosa*, mediante la extracción y caracterización en muestras frescas y deshidratadas tratadas con una solución acidificada de éter de petróleo y una solución acuosa de etanol. El mayor nivel de polifenoles simples (0,09%), taninos totales (5,30%), polifenoles totales (5,39%), taninos condensados (0,02%) y taninos que precipitan las proteínas (0,32%), en las hojas de *Acacia polyphylla*, se obtuvo en el estado fenológico de crecimiento activo. En las hojas de *Mimosa arenosa*, los valores más altos de taninos totales (11,58%), polifenoles

totales (11,67%) y taninos condensados (0,02 %) se obtuvieron en el crecimiento activo de la planta; mientras que el contenido de fenoles simples (0,09%) y taninos que precipitan las proteínas (0,43%) en el estado de prefloración. El tratamiento térmico a 55 °C redujo la cantidad de compuestos fenólicos en ambas especies, sin embargo, para *Mimosa arenosa* el contenido de taninos que precipitan las proteínas fue mayor en muestras deshidratadas. Entre los aspectos más resaltantes de la cuantificación, se encuentra que la *Acacia polyphylla* y *Mimosa arenosa* presentan cantidades similares de fenoles simples y taninos condensables, pero las cantidades de polifenoles totales, taninos totales y taninos precipitables fueron mayores en *Mimosa arenosa* que en *Acacia polyphylla*.

Kok y Delgado (2004) atenuaron taninos en fruto y follaje de *Acacia macracantha*, mediante ensilaje con melaza y sulfato de cobre y determinaron que las mezclas de 45% melaza con 0 ppm, 300 ppm y 150 ppm de sulfato de cobre en fruto y para las hojas las mezclas de 30% con 150 ppm y 45% con 0 ppm, atenuaron más los taninos.

Parámetros fisiológicos en conejos

Es sabido que el origen y la proporción de carbohidratos (tanto estructurales como no estructurales) en la digestión, fermentación y absorción, según sea el caso, influirán en la cantidad de glucosa en sangre y el estímulo de secreción de insulina. Hay interés considerable en cómo influye la digestión y absorción de carbohidratos al metabolismo de energía (Liddle *et al.* 1988, Rushakoff *et al.* 1993, Liddle 2000).

Factores como viscosidad de los polisacáridos o inhibidores no-amiláceos afectan los niveles de glucosa. La viscosidad baja los niveles de colesterol del plasma. Retardos en el vaciado del tracto gastrointestinal están asociados con aumentos de glucosa en sangre (Gallaher y Hassel 1995, Carr *et al.* 1996, Gallaher *et al.* 2000).

Los metabolitos sanguíneos son muy variables en conejos, estas variaciones están supeditadas a las condiciones agroecológicas de la zona donde se encuentre la conejera, el tipo y cantidad de alimento que consuman los animales y el sistema de producción (Fuentes 2009, comunicación personal); pero no por factores intrínsecos al animal (Tsujii *et al.* 2007), salvo algunas excepciones como animales con tendencia diabética (Matsui *et al.* 2008).

La glucosa es la principal fuente de energía para la mayoría de las células del cuerpo y algunas de estas células (por ejemplo, las del cerebro y los glóbulos rojos) son casi totalmente dependientes de la glucosa en la sangre, como fuente de energía. Después de las comidas, una parte de la glucosa se convierte en glucógeno para ser almacenado por el hígado y por los músculos esqueléticos. El glucógeno se descompone gradualmente en glucosa y el hígado lo libera al torrente sanguíneo cuando los niveles de glucosa disminuyen. El exceso de glucosa se transforma en triglicéridos para el almacenamiento de energía. Según Devlin (1993) y Murray *et al.* (1997) existen tres posibles razones que justifican las variaciones en las concentraciones de glucosa en sangre: la presencia de grasas en el alimento, ya que a pesar de ser imposible la síntesis de glucosa a partir de ácidos grasos, la presencia de triacilglicerol proporciona una molécula de glicerol la cual es un sustrato excelente para la gluconeogénesis; el uso de glucosa como fuente de energía para satisfacer las necesidades de las células del tracto gastrointestinal, lo cual ocurre cuando disminuye el consumo de alimento (carbohidratos) o no está disponible en cantidades suficientes en el alimento y el animal tiene la necesidad de utilizar sus reservas; y la influencia del ayuno, que puede incrementar los niveles de glucosa en sangre, ya que durante este periodo transicional disminuye su concentración sanguínea y el cerebro envía una señal directa al organismo que estimula la síntesis de glucosa a partir de alguna fuente de carbono, lo que eleva notablemente los niveles, para luego ser regulados.

Pocos estudios se han realizado en conejos para determinar la influencia que tienen los taninos sobre parámetros sanguíneos y crecimiento tisular de algunos órganos.

En tal sentido, al incluir torta de aceituna seca (10 y 20%) en raciones para conejos en engorde, no se encontraron diferencias significativas en la concentración de triglicéridos y glucosa en suero sanguíneo, sin embargo, los animales que consumieron la ración con 10 % de inclusión de torta tuvieron una concentración significativamente más baja de colesterol y HDL (Rupic *et al.* 1999).

Asimismo, cuando se sustituyó la ración basal de conejos adultos (en diferentes porcentajes) por subproductos de merey, no se afectaron los metabolitos de la sangre; salvo la concentración de colesterol, que aumentó a medida que se incluyó merey en la ración, también aumentó el peso relativo de riñón e hígado (Fanimó *et al.* 2003).

Digestibilidad de nutrientes en raciones para conejos

La metodología más utilizada para determinar digestibilidad de nutrientes en conejos es la descrita por Pérez *et al.* (1995), en la cual se plantea alojar animales de 42 a 56 días de edad, con peso homogéneo, en jaulas individuales por un periodo de 11 días, 7 de acostumbramiento y 4 para colección de las heces. Posteriormente, con la composición química del alimento y las heces se calcula digestibilidad mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad Nut (\%)} = \frac{\text{Consumo Nut} - \text{Excreta Nut}}{\text{Consumo Nut}} \times 100$$

Nut: Nutriente analizado

Inicialmente, el valor nutricional de ingredientes en raciones para conejos fue determinado mediante métodos propuestos para otras especies no-rumiantes (Wiseman y Cole 1979).

Luego se desarrollaron varios métodos de evaluación para ingredientes del alimento para conejos (directo, sustitución y multi-regresión), los cuales generalmente se utilizan en función del material y el nutriente que se evalúa. El método de sustitución (Villamide 1996) consiste en sustituir entre 20 y 40 % de una ración basal con el ingrediente objeto de estudio. De Blas y Villamide (1990) y Villamide *et al.* (1991) dedujeron que este método es el más adaptado a la mayoría de las materias primas utilizadas en la alimentación de conejos, sin embargo, cuando se utilizan materiales fibrosos, dada la cantidad de lignina presente en el material, las interacciones que pueden ocurrir debido al tiempo de retención del alimento en el tracto gastrointestinal (García *et al.* 1999) y a la eficiencia digestiva, es necesario sustituir un material fibroso de referencia bien conocido (Villamide *et al.* 2003).

Muchos factores afectan la digestibilidad de los nutrientes contenidos en el alimento, pero entre los más importantes se encuentra la concentración y disponibilidad de los diferentes nutrientes del alimento y la cantidad y tipo de fibra. En tal sentido, García *et al.* (1999) obtuvieron que la fuente de fibra afectó el consumo de materia seca y la digestibilidad de materia seca, celulosa, hemicelulosa y carbohidratos no fibrosos. Es notable que la cantidad y tipo de fibra en el alimento tiene gran influencia sobre la tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal, sin embargo, también juega un papel muy importante en el control de los microorganismos cecales y en el mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal (De Blas *et al.* 1999).

García *et al.* (1997) sustituyeron 24 % de una ración basal con cascarilla de soya, obtuvieron valores de 34,5, 30,0 y 30,6 % para la digestibilidad de la energía, proteína y fibra neutro detergente,

respectivamente; valores muy bajos que los autores lo atribuyeron a la alta concentración de fibra en el alimento.

Ramchurn y Dullull (2001) evaluaron raciones con restricciones de alimento concentrado comercial (75 y 50 %) y desperdicios de pan *ad libitum*, los resultados obtenidos indicaron que la digestibilidad aumentó a medida que la restricción del alimento comercial fue mayor, debido a la cantidad de energía que contenía el desperdicio de pan.

Sarwatt *et al.* (2003) estudiaron niveles de sustitución (0, 9, 18 y 27%) de *Trichantera gigantea* con respecto a una ración basal y registraron que la digestibilidad de la proteína cruda disminuyó a medida que aumentó el nivel de inclusión de trichantera, mientras que en la digestibilidad de la materia seca y la materia orgánica no reportaron diferencias significativas.

Fanimó *et al.* (2003) utilizaron desperdicios de pomo de merey (10, 20 y 30 % de inclusión en la ración), el cual contiene taninos, en conejos en crecimiento, no encontraron diferencias significativas en digestibilidad de PC, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno; sin embargo, la digestibilidad de la fibra cruda disminuyó con el incremento de pomo de merey en la ración.

Parra (2003) al utilizar 49 % de inclusión de leucaena y niveles crecientes de melaza (0, 12,5; 25, 37,5 y 50 %) en raciones para conejos, reportó diferencias en la digestibilidad de FND y PC, estos valores disminuyeron a medida que aumentó la melaza en la ración; mientras que en las fracciones MS y MO no se encontraron diferencias significativas.

Romero-Cáceres *et al.* (2008) evaluaron la digestibilidad en raciones con 20 % de inclusión de follaje de úveda y niveles crecientes de fruto de úveda (0, 10, 20 y 30 %) en conejos en crecimiento, reportaron diferencias significativas en la digestibilidad de MS, MO, PC y FND, las cuales disminuyeron con la inclusión de fruto en la ración; sin embargo, no hubo diferencias en la fracción FAD. Los autores atribuyeron estos resultados a la posible existencia de algún factor antinutricional que actuó como inhibidor de la digestibilidad enzimática.

Mashamaite *et al.* (2009) realizaron un ensayo en conejos, para determinar la concentración de polifenoles en harina de hojas de *Acacia karroo*, *Acacia nilotica* o *Acacia tortilis*; así como la influencia sobre consumo y digestibilidad de nutrientes en raciones que contenían 4 % de inclusión de alguna de éstas especies. Los autores no reportaron diferencias significativas ($P>0,05$) en consumo o digestibilidad de nutrientes con las raciones empleadas.

Samkol *et al.* (2006) evaluaron la digestibilidad de nutrientes en raciones con 0, 4, 8 y 12 % de inclusión de arroz partido y espinaca de agua *ad libitum*, no encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la materia seca y la materia orgánica.

Parámetros productivos en conejos

El alto potencial de producción de carne del conejo, presenta a esta especie como una opción para obtener proteína animal de bajo costo. Este sistema de producción animal debe ser implementado tomando en cuenta los valores tradicionales y/o sociológicos de la población y su introducción se debe realizar planificadamente (Lukefahr y Cheeke 1990a). En países en vías de desarrollo se requiere de estudios técnicos para caracterizar la producción cunícola. Generalmente, la extensión realizada para el desarrollo de proyectos con estos animales es escasa o interfiere negativamente. Además, la investigación aplicada en todos los aspectos de producción de este rubro – genética, manejo de enfermedades, economía, sistemas de alojamiento, manejo, nutrición y alimentación, y reproducción – debe realizarse localmente para hacer las recomendaciones específicas (Lukefahr y Cheeke 1990b).

El manejo de los forrajes y otros recursos alimenticios locales es un elemento importante en la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios (Toledo 1994). La especie puede estar adaptada a las condiciones

ambientales de un lugar en particular; sin embargo, el manejo que se realice es determinante en el éxito del sistema (Pezo 1995). La reducción de la dependencia de insumos externos es otro elemento que contribuye a la sustentabilidad. Esto genera sistemas menos dependientes de las variaciones de precios y de la disponibilidad de insumos en los mercados internacionales. Un ejemplo claro de esto es el impacto de la tendencia alcista del precio internacional de los granos debido a su utilización para la elaboración de alimentos balanceados comerciales (Pezo *et al.* 1996).

En diferentes investigaciones se ha tenido como objetivo sustituir alguna cantidad de ABC por alimentos alternativos, en la ración de conejos (Nouel 2000), con la finalidad de disminuir la dependencia de la agroindustria y los costos por alimentación.

Los conejos pueden alcanzar peso de sacrificio sin el uso de cereales en su ración. En países africanos se han evaluado numerosas especies vegetales con potencial para alimentar estos animales. El uso de leguminosas u otras especies forrajeras con elevado contenido de proteína y energía son ejemplo de esto (Lukefahr y Cheeke, 1991).

Quintero (1993) implementó el uso de leguminosas forrajeras, el matarratón (*Gliricidia sepium*) y el quinchoncho (*Cajanus cajan*), como fuentes de proteína vegetal en raciones para conejos, en conjunto con harina gruesa de subproductos de maíz (HGSM) o pulitura de arroz como fuentes energéticas y estimó ganancias de peso entre 19 y 22 g/día con consumos de materia seca muy altos (entre 165 y 215 g/día).

Muir y Massaete (1996) emplearon varias plantas forrajeras tropicales (*Clitoria ternanea*, *Oxigono delanguese*, *Arachis hipogaea*) con HGSM como fuente de energía en raciones para conejos en crecimiento. Los animales alcanzaron ganancia de peso de 15,5 a 17,6 g/día al consumir de 131,9 a 146,4 g/animal/día; mientras que con ABC informaron entre 16,3 y 20,2 g/día de ganancia de peso y consumo de 117,1 a 131,2 g/animal/día.

Abraira *et al.* (1992) sustituyeron completamente la alfalfa por soya forrajera perenne (*Neonotonia wightii*) de origen tropical, en raciones para conejos en crecimiento, no reportaron diferencias en la ganancia de peso.

Ruíz-Feria *et al.* (1998) en condiciones del semiárido, evaluaron raciones para conejos con hojas de *Leucaena leucocephala* (0, 10, 20 y 30% de inclusión) y ABC (100, 90, 80 y 70 %, respectivamente), además de incluir o no cactus (*Opuntia spp*) *ad libitum*, en animales mestizos de las razas Altex x Nueva Zelanda. Los animales alimentados con 100 % de ABC ganaron más peso diariamente (41,3 – 45,1 g) pero la oferta de cactus no influyó en la GDP. A medida que aumentó la inclusión de leucaena disminuyó la GDP, sin embargo, ésta fue mayor en aquellos animales que tuvieron oferta de cactus.

Ramchurn y Dullull (2001) probaron la influencia de diferentes porcentajes de restricción de ABC (0, 25, 50 y 100 %) y desperdicios de pan *ad libitum*, en raciones para conejos, y determinaron que el consumo fue mayor a medida que incrementó la oferta de ABC. Aún cuando los valores energéticos de los desperdicios de pan y ABC fueron similares (3,85 vs. 3,89 Mcal/kg, respectivamente), la concentración de PC fue menor en los desperdicios de pan (10,6 vs. 16,3 %) mientras que la fibra cruda estuvo más concentrada en el ABC (0,3 vs. 17,0); lo que indica que los animales que consumieron mayor cantidad de desperdicios de pan presentaron un déficit proteico, además de mayor digestibilidad de la MS, MO y PC. Los bajos niveles de fibra disminuyen la tasa de pasaje de la digesta a través del tracto gastrointestinal y aumenta la digestibilidad de nutrientes, lo que causa un consumo menor de MS.

Se estudió el follaje de *Trichanthera gigantea* como suplemento proteico en raciones para conejos en crecimiento y se registró que su inclusión aumentó significativamente ($P<0,05$) el consumo diario de MS de 51,4 a 73,6 g, el consumo de proteína de 11,2 a 16,7 g, el crecimiento de 12,8 a 18,2 g/día y el peso de la canal caliente de 1203 a 1301 g. La conversión de alimento no fue afectada (Sarwatt *et al.* 2003).

Niveles de inclusión (10, 20 y 30 %) del desperdicio de pomo de merey seco (DMAS) se estudiaron en la alimentación de conejos en crecimiento (6 semanas de edad). Los conejos alimentados con 20 y 30% del DMAS ganaron más peso diario y obtuvieron piezas de la canal más pesadas ($P<0,05$) que aquellos alimentados con la ración basal. Se infiere que el DMAS puede ser incluido en raciones de conejo, hasta 30% de la materia seca (Fanimó *et al.* 2003).

Se estudió el crecimiento y conversión en conejos alimentados con ABC y suplementados con 0, 15 ó 30 g de minibloques multinutricionales (BMN) a base de harina de semillas de algodón. El consumo de MS fue superior ($P<0,05$) con la suplementación ($127 \pm 18,8$ y $125 \pm 9,86$ g/animal/día, respectivamente) con respecto al control ($104 \pm 11,4$ g/animal/día). La ganancia de peso para los conejos alimentados solo con ABC fue significativamente menor que en aquellos suplementados con BMN (Ramchurn *et al.* 2000a).

Se evaluó el heno de follaje de dos leguminosas (*Gliricidia sepium* y *Cajanus cajan*), complementados con granos de sorgo o pulitura de arroz, en raciones para engordar conejos. El crecimiento con *Gliricidia sepium* sólo fue ligeramente menor (19 g/día) que con ABC (23 g/día); no hubo diferencias en conversión del alimento entre las dos raciones. Luego se evaluaron las leguminosas con salvado de maíz y se obtuvo un crecimiento de 22 g/día con *Gliricidia sepium* y 29 g/día con ABC. La conversión de alimento no presentó diferencias significativas (Quintero 1993).

METODOLOGÍA

Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en las dependencias de la Unidad de Investigación en Producción Animal (UIPA), Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), Cabudare, Edo. Lara. Venezuela.

La recolección de frutos y follaje de úveda se realizó en el campo de producción de forrajes de la UIPA.

El procesamiento de muestras para atenuación y determinación de polifenoles, taninos y metabolitos sanguíneos se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo Jesús Rojas Castellanos. Las determinaciones de materia seca (MS), proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y energía bruta (EB, Mcal/kg) se realizaron en el Laboratorio de Docencia y Servicios María Inés Ugarte; ambos laboratorios adscritos a la UIPA.

Por su parte, el ensayo de respuesta animal se realizó en el Laboratorio de Cunicultura de la Estación Experimental de la UIPA.

Diseño de experimentos

Atenuación de polifenoles en follaje y fruto de *Acacia macracantha*

En el caso de atenuación de taninos se estudiaron 2 factores, a saber; tiempo de inmersión en agua (0, 6, 12, 24 y 48 horas) y temperatura del agua (25, 45 y 65 °C), lo cual generó un arreglo factorial 5 x 3. Este procedimiento se realizó en dos fases, la primera con la aplicación de los tratamientos al follaje y la segunda al fruto. Para esto el material fue finamente molido (tamiz

de 1 mm), luego una muestra de 10 g se depositó en una bolsa de nylon para digestibilidad ruminal. Estas bolsas fueron sumergidas en agua, contenida en un baño de maría para controlar la temperatura. Posterior a la aplicación de tratamientos se determinó la cantidad de polifenoles totales, polifenoles simples, taninos totales, taninos condensados y taninos que precipitan proteínas, mediante la metodología descrita por Makkar (2003). El ANAVAR se realizó según diseño de experimentos completamente aleatorizado, con 6 repeticiones por tratamiento. Las medias se compararon por la prueba de Tukey; salvo en la concentración de taninos totales en follaje de úveda, cuyas medias se contrastaron por LSD, para las variables correspondientes a atenuación de fenoles. Se utilizó el software estadístico Statistix 8.0 for Windows® para procesar los datos. Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{jkl} = \mu + \alpha_j + \alpha_k + \alpha_{jk} + \epsilon_{jkl}$$

Donde:

- Y_{jkl} = Concentración de polifenoles al j -ésimo tiempo de inmersión en agua, a la k -ésima temperatura y a la l -ésima repetición.
- μ = Media global de la población.
- α_j = Efecto del j -ésimo tiempo de inmersión en agua, $j = 0, 6, 12, 24$ y 48 horas.
- α_k = Efecto de la k -ésima temperatura, $k = 25, 45$ y 65 °C.
- α_{jk} = Interacciones entre tiempo de inmersión en agua y temperatura.
- ϵ_{jkl} = Error experimental.

Procesamiento de follaje y fruto de úveda para atenuación de polifenoles

El material cosechado se deshidrató en estufa a 55 °C durante 48 horas, se molió hasta alcanzar un tamaño de partícula de 3 mm. El tratamiento más eficaz en atenuación de polifenoles (6 horas a 25 °C en follaje y 48 horas a 65 °C en fruto) se aplicó a la úveda que se incluyó en el alimento. Este proceso se realizó con la colocación del material molido en

sacos, los cuales fueron sumergidos en agua en un baño de maría con agitación, de 300 l de capacidad, el cual mantuvo la temperatura constante.

Análisis químico de materias primas, formulación y elaboración de raciones

Al follaje y fruto de úveda, una vez atenuado en taninos, así como al resto de las materias primas a utilizar en la ración, se les realizó la determinación de MS, MO y PC (AOAC 1995), FND y FAD (Van Soest 1994) y energía bruta (calorimetría).

Luego se formularon raciones balanceadas (mediante el software de programación lineal LINDO ®), según los requerimientos nutricionales reportados por De Blas y Mateos (1998). La composición química de las materias primas se muestra en la Tabla 3. El mezclado de materias primas se realizó manualmente y la peletización se efectuó mediante un molino para carne (Boia ®, modelo 0126, 2 fases, 60 ciclos, 2HP). La cantidad utilizada de cada materia prima se muestra en la Tabla 4.

Alimentación de conejos con follaje y fruto de *Acacia macracantha* atenuados en taninos

- Determinación de digestibilidad

36 conejos mestizos de 55 días de edad, fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (T1: ración basal, T2: ración con 30 % de fruto de úveda y T3: ración con 30 % de follaje de úveda), según diseño de experimentos completamente aleatorizado con 12 repeticiones por tratamiento. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas individuales, las jaulas eran de malla electrosoldada de acero galvanizado, con comederos tipo tolva y bebederos automáticos. Se realizaron determinaciones de

consumo y digestibilidad según la metodología descrita por Pérez *et al.* (1995). Tanto las raciones como las excretas fueron analizadas químicamente para determinar MS, MO y PC (AOAC 1995), FND y FAD (Van Soest 1994) y energía bruta (calorimetría), en un diseño completamente aleatorizado, con 4 repeticiones por cada fracción analizada.

Tabla 3. Composición química de las materias primas utilizadas en la formulación de las raciones.

MP	%						Mcal/kg
	MS	MO	PC	FND	FAD	Hem.	EB
Fruto de úveda	93,24	93,47	13,69	71,70	46,71	24,99	4,52
Follaje de úveda	96,61	92,03	17,62	64,64	44,25	20,39	5,01
H. S. de maíz	86,33	98,42	7,86	38,14	4,52	33,62	4,22
H. de soya	88,27	92,13	52,55	23,15	11,99	11,16	4,64
Heno de Berm.	91,03	94,91	8,57	71,95	41,16	30,79	4,31
Osmolar AA	4,85	-	60,25	-	-	-	-
Premix	100	-	-	-	-	-	-
Carb. de Ca	99,82	-	-	-	-	-	-
Sal roja	98,18	-	-	-	-	-	-
Fosfato de Ca	94,96	-	-	-	-	-	-
Aceite vegetal	100	-	-	-	-	-	9,27
H. de carne	96,43	96,92	61,7	-	-	-	6,60

MP: Materia prima, MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, FND: Fibra neutro detergente, FAD: Fibra ácido detergente, Hem.: Hemicelulosa, EB: Energía bruta, H: Harina, S: subproducto, Berm: bermuda, Osmolar AA: Vitamínico, aminoácido, energético (glucosa 5 g, L-Histidina 2mg, DL-Metionina 2 mg, L-Triptófano 1 mg, L-Cisteína 1 mg, L-Treonina 3,5 mg, L-Isoleucina 4,5 mg, L-Arginina 2,5 mg, L-Fenilalanina, L-Valina, L-Lisina, L-Leucina, ácido glutámico 5 mg, tiamina 10 mg, Riboflavina 4 mg; por cada 100 ml de solución), Premix: Premezcla mineral (Calcio 1,5 %, potasio 2,5 %, magnesio 2,0 %, sodio 2,5 %), Carb: Carbonato, Ca: Calcio.

- **Determinación de metabolitos sanguíneos**

Para la extracción de sangre se realizó punción al corazón (con agujas de 18x1½ e inyectoras de 6 ml) durante los días 0, 7 y 14 del ensayo.

Luego se efectuó separación, mediante centrifuga, del suero y las células sanguíneas, para la determinación de metabolitos (glucosa, colesterol, HDL, LDL, transaminasas glutámico oxalacética o aspartato aminotransferasa (GOT/AST), triglicéridos y urea; con reactivos y metodología de Wiener lab.®) en plasma sanguíneo. La medición de glucosa en sangre se realizó el mismo día de la extracción, mientras que el resto de los metabolitos se determinaron en un plazo menor a 5 días luego de la extracción.

Tabla 4. Porcentaje de inclusión de las materias primas utilizadas en cada una de las raciones, expresado en materia seca.

MP		Ración base	30% Fruto	30% Follaje
Fruto de úveda AT		0,00	30,00	0,00
Follaje de úveda AT		0,00	0,00	30,00
H. subp. de maíz		34,25	26,05	26,05
Harina de soya		20,00	16,00	14,00
Heno de bermuda		37,00	20,00	22,00
Osmolar AA	%	0,25	0,25	0,25
Premix mineral		0,50	0,50	0,50
Carbonato de Ca		1,00	0,00	0,00
Sal roja		0,25	0,25	0,25
Fosfato de calcio		0,75	0,70	0,70
Aceite vegetal		4,00	4,00	4,00
Harina de carne		2,00	2,00	2,00

MP: Materia prima. AT: Atenuado en taninos. Osmolar AA: Vitamínico, aminoácido, energético

- Determinación de ganancia diaria de peso

Los animales permanecieron en las jaulas durante 35 días, periodo en el cual se realizaron mediciones diarias de consumo de alimento. Cada 7 días los animales fueron pesados para determinar, mediante regresión lineal simple, la ganancia diaria de peso; además de medir conversión alimenticia (kg de alimento/kg de peso vivo ganado), eficacia (kg de peso vivo ganado/kg de alimento) y los costos por alimentación. Los costos se reportaron en Bs consumidos (Bs gastados por alimentación durante los 35 días del ensayo) y Bs/kg de peso vivo ganado (costo para lograr el

incremento de 1 kg en el peso corporal de los animales). Al final del ensayo, los animales se pesaron (peso vivo final – PVF) y se sacrificaron para determinar peso de la canal (PC) y el peso de hígado, riñones y timo.

Los datos obtenidos como respuesta animal se analizaron mediante ANAVAR en un diseño de experimentos completamente aleatorizado y los resultados se compararon por la prueba de Tukey al 5 %, para las variables correspondientes a respuesta animal. Se utilizó el software estadístico Statistix 8.0 for Windows ® para procesar los datos, mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{jk} = \mu + \alpha_j + \epsilon_{jk}$$

Donde:

Y_{jk} = Respuesta nutricional, fisiológica, productiva y económica al *j-ésimo* porcentaje de inclusión de fruto o follaje de úveda.

μ = Media global de la población.

α_j = Efecto del *j-ésimo* porcentaje de inclusión de fruto o follaje de úveda; $j=$ 0%, 30% de fruto, 30% de follaje.

ϵ_{jk} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Atenuación de polifenoles en follaje de *Acacia macracantha*

Como se observa en la Tabla 5, el factor temperatura no influyó ($P>0,05$) en la atenuación de los metabolitos secundarios presentes en el follaje; salvo en taninos condensados, que registraron una mayor concentración ($P<0,01$) a medida que aumentó la temperatura. Es posible que al aumentar la temperatura se altere la molécula de algunos taninos y el nuevo arreglo estructural se corresponda con el de los taninos condensados.

Tabla 5. Efecto de la temperatura del agua en la cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda.

Variable	Temperatura (°C)			
	25	45	65	Probabilidad
PFT (%)	3,52a±0,26	3,94a±0,26	3,99a±0,26	0,3994
PFS (%)	1,10a ±0,11	1,24a±0,11	1,25a±0,11	0,5402
Tanin (%)	2,42a±0,16	2,70a±0,16	2,73a±0,16	0,3594
TC (%)	16,40b±1,35	19,61b±1,35	29,44a±1,35	0,0000
TPP (%)	0,013a±0,001	0,011a±0,001	0,009a±0,001	0,0538

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas. PFT: Polifenoles totales, PFS: Polifenoles simples, Tanin: Taninos, TC: Taninos condensados, TPP: Taninos que precipitan proteínas.

Hubo diferencias ($P<0,05$) en todos los metabolitos debido a tiempo de inmersión. Se observó disminución seguida de aumento en la mayoría de los metabolitos cuando se incrementó el tiempo de inmersión. Mientras que los taninos condensados y los que precipitan las proteínas mostraron tendencia a disminuir con el aumento del tiempo de inmersión. Es probable que los polifenoles totales y simples, así como los taninos totales, fueran extraídos del material rápidamente (en 6 horas o menos), pero luego, debido a la diferencia de concentración, es probable que el agua absorbiera y expeliera los metabolitos de forma alterna. También es factible que los taninos, al

entrar en contacto con algunos iones presentes en el agua, formaron quelatos que no pudieron ser reabsorbidos por las hojas de úveda. Esta última suposición coincide con lo reportado por Keller *et al.* (1998). Al aumentar la temperatura, es probable que las proteínas de la membrana citoplasmática se hayan desnaturalizado, lo que afectó la estructura y permeabilidad de la membrana; lo cual a su vez afectó la absorción y expulsión de taninos de la célula debido al gradiente de concentración entre el agua y las células vegetales.

Tabla 6. Efecto del tiempo de inmersión en agua en la cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda.

T (h)	Variable				
	PFT (%)	PFS (%)	Tanin (%)	TC (%)	TPP (%)
0	5,51a±0,44	1,82a±0,18	3,70a±0,28	33,19a±2,33	0,029a±0,002
6	2,77b±0,31	0,90c±0,13	1,87b±0,20	27,75a±1,65	0,008b±0,002
12	4,59a±0,31	1,44ab±0,13	3,16a±0,20	16,59b±1,65	0,007b±0,002
24	3,20b±0,31	0,96bc±0,13	2,25b±0,20	15,26b±1,65	0,007b±0,002
48	2,99b±0,31	0,87c±0,13	2,12b±0,20	16,29b±1,65	0,005b±0,002
P	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas. T (h): Tiempo de inmersión en agua, expresado en horas, PFT: Polifenoles totales, PFS: Polifenoles simples, Tanin: Taninos, TC: Taninos condensados, TPP: Taninos que precipitan proteínas, P: Probabilidad.

En el caso de los taninos condensados y los que precipitan proteínas la extracción fue más lenta pero de manera progresiva (Tablas 5 y 6), probablemente porque estos son más estables molecularmente y fue necesario emplear más cantidad de tiempo para extraerlos. También hubo interacción entre factores ($P < 0,01$), tal como se muestra en la Figura 1.

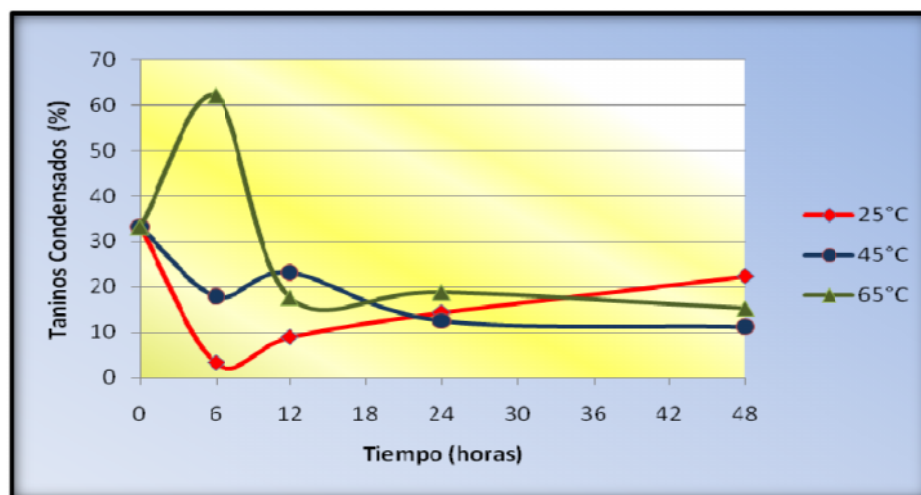


Figura 1. Concentración de taninos condensados en follaje úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión.

Cuando la temperatura del agua fue 45 y 65 °C (Figura 1), la concentración de taninos condensados tendió a disminuir a medida que incrementó el tiempo de inmersión, con mayores valores de atenuación a 45°C. Sin embargo, cuando la temperatura del agua fue 25°C, existió atenuación sustancial ($P<0,01$) a las 6 y 12 horas. La inmersión en agua durante 6 horas a 25°C atenuó los polifenoles eficazmente (Tablas 7 y 8). Es probable que la mayoría de los polifenoles presentes en las hojas de úveda fueran hidrolizables, por lo tanto la atenuación se realizó en un corto periodo de tiempo, sin que fuese necesario aumentar la temperatura para acelerar la velocidad de la reacción o mejorar la atenuación. Esto contradice lo reportado por Liang y Xu (2003), quienes afirmaron que al aumentar la temperatura del agua se logra una mayor extracción de los taninos presentes en el material.

Tabla 7. Cantidad de polifenoles presentes en follaje de úveda para cada tratamiento.

Factor		Media \pm EE		
Temp	Tiemp	PFT (%)	PFS (%)	Taninos (%)
25	0	5,51a \pm 0,77	1,82a \pm 0,32	3,70a \pm 0,48
25	6	1,61b \pm 0,54	0,39b \pm 0,23	1,22e \pm 0,34
25	12	4,89a \pm 0,54	1,46ab \pm 0,23	3,43a \pm 0,34
25	24	2,77ab \pm 0,54	0,89ab \pm 0,23	1,88cde \pm 0,34
25	48	2,82ab \pm 0,54	0,93ab \pm 0,23	1,90cde \pm 0,34
45	0	5,51a \pm 0,77	1,82a \pm 0,32	3,70a \pm 0,48
45	6	2,68ab \pm 0,54	0,88ab \pm 0,23	1,80cde \pm 0,34
45	12	4,49a \pm 0,54	1,37ab \pm 0,23	3,11a \pm 0,34
45	24	2,99ab \pm 0,54	0,88ab \pm 0,23	2,11bcde \pm 0,34
45	48	4,02ab \pm 0,54	1,26ab \pm 0,23	2,76abc \pm 0,34
65	0	5,51a \pm 0,77	0,32a \pm 0,32	3,70a \pm 0,48
65	6	4,03ab \pm 0,54	1,43ab \pm 0,23	2,60abcd \pm 0,34
65	12	4,40a \pm 0,54	1,47ab \pm 0,23	2,92ab \pm 0,34
65	24	3,86ab \pm 0,54	1,11ab \pm 0,23	2,75abc \pm 0,34

EE: Error estándar, Temp: Temperatura en °C, Tiemp: Tiempo en horas, PFT: Polifenoles totales, PFS: Polifenoles simples. Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas.

La temperatura y el tiempo de inmersión que más atenuaron a la mayoría de los polifenoles en follaje de úveda (Tablas 5 y 6) se corresponden con 25 °C y 48 horas, respectivamente; el mejor efecto con la combinación de los factores estudiados se presentó a 25 °C y 6 horas, tal como se muestra en las Tablas 7 y 8.

Tabla 8. Cantidad de taninos que precipitan proteínas presentes en follaje de úveda para cada tratamiento.

Factor		Media
Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	TPP (%)
25	0	0,0288a
25	6	0,0090b
25	12	0,0073b
25	24	0,0120b
25	48	0,0070b
45	0	0,0288a
45	6	0,0078b
45	12	0,0066b
45	24	0,0051b
45	48	0,0070b
65	0	0,0288a
65	6	0,0078b
65	12	0,0059b
65	24	0,0037b
65	48	0,0009b
EE		0,00202

EE: Error estándar, TPP: Taninos que precipitan proteínas. Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas.

Atenuación de polifenoles en fruto de *Acacia macracantha*

El factor temperatura afectó la concentración de polifenoles totales y simples ($P < 0,01$) en el fruto de úveda (Tabla 9), mientras que los taninos totales, condensados y los que precipitan proteínas permanecieron en similar concentración ($P > 0,05$). Se observó mayor atenuación a medida que aumentó la temperatura de 25 a 45 °C; tal como lo afirman Liang y Xu

(2003), sin embargo, también fue notorio un proceso de involución en la atenuación cuando la temperatura aumentó de 45 a 65 °C, lo cual se contradice con lo reportado por los autores mencionados; probablemente, por el deterioro de la capacidad selectiva de la membrana plasmática a 65 °C.

Tabla 9. Efecto de la temperatura del agua sobre la cantidad de polifenoles presentes en frutos de úveda.

Variable	Temperatura (°C)			Probab.
	25	45	65	
PFT (%)	4,15a±0,13	3,56b±0,13	3,62b±0,13	0,0060
PFS (%)	1,90a±0,06	1,52b±0,06	1,55b±0,06	0,0000
Tan (%)	2,25a±0,09	2,04a±0,09	2,07a±0,09	0,2547
TC (%)	9,73a±0,77	10,65a±0,81	10,47a±0,81	0,7157
TPP (%)	0,0029a±0,0003	0,0023a±0,0003	0,0024a±0,0003	0,2337

PFT: Polifenoles totales, PFS: Polifenoles simples, Tan: Taninos, TC: Taninos condensados, TPP: Taninos que precipitan proteínas, Probab: Probabilidad. Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas.

Para el caso del tiempo de inmersión (Tabla 10), los polifenoles fueron atenuados a medida que aumentó el tiempo; mientras que la concentración de taninos condensados subió y bajó de forma alterna. Es posible que, tal como ocurrió con las hojas de úveda, la diferencia de concentración de estos taninos en los frutos y en el agua, permitió que los taninos fueran extraídos y luego absorbidos por el material. Sin embargo, a medida que aumentó el tiempo de inmersión, la reabsorción de los taninos condensados fue menor, quizás porque gran parte formó algún tipo de quelato con iones presentes en el agua, tal como lo propusieron Keller *et al.* (1998).

Tabla 10. Efecto del tiempo de inmersión en la cantidad de polifenoles presentes en fruto de úveda.

T	Variable				
(h)	PFT (%)	PFS (%)	Tanin (%)	TC (%)	TPP (%)
0	5,83a±0,17	2,80a±0,07	3,03a±0,12	22,95a±1,01	0,0047a±0,0003
6	4,47b±0,18	1,95b±0,08	2,53b±0,13	6,39b±1,09	0,0027b±0,0004
12	3,44c±0,17	1,37c±0,07	2,07b±0,12	8,18b±1,01	0,0017b±0,0004
24	2,72d±0,17	1,16cd±0,07	1,56c±0,12	6,50b±1,01	0,0024b±0,0004
48	2,41d±0,17	1,00d±0,07	1,41c±0,12	7,41b±1,01	0,0014b±0,0004
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

T (h): Tiempo de inmersión, expresado en horas, PFT: Polifenoles totales, PFS: Polifenoles simples, Tanin.: Taninos, TC: Taninos condensados, TPP: Taninos que precipitan proteínas, Probab: Probabilidad. Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias significativas.

Sin embargo, como existió interacción ($P < 0,05$) entre factores (Figuras 2, 3, 4 y 5) en casi todos los polifenoles analizados, los mayores valores de atenuación se reportaron cuando la temperatura fue 65 °C y el tiempo de inmersión 48 horas, con excepción de los taninos que precipitan proteínas ($P > 0,05$).

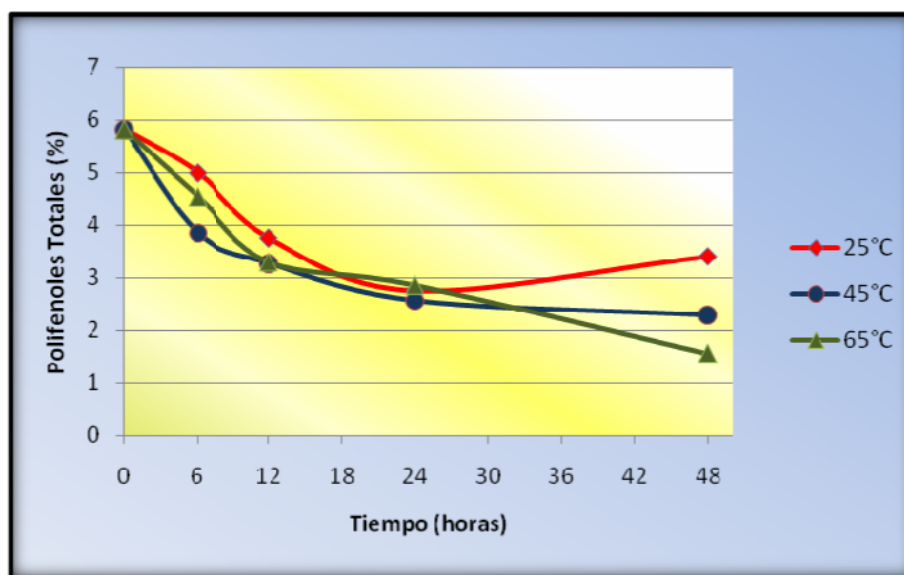


Figura 2. Concentración de polifenoles totales en frutos de úveda, en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión

La concentración de polifenoles totales (Figura 2) presentó una clara tendencia a disminuir con la interacción entre los factores. Los valores más bajos se observaron al incrementar la temperatura y el tiempo de inmersión.

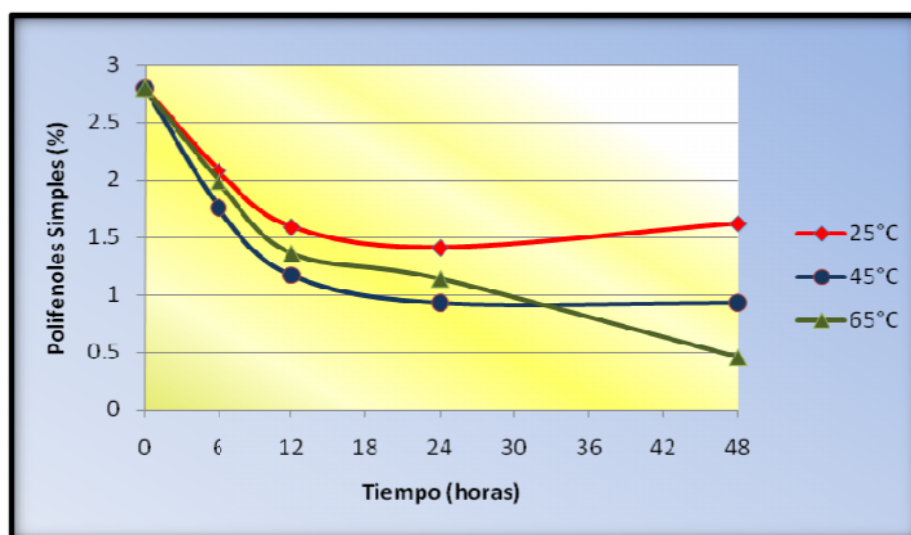


Figura 3. Concentración de polifenoles simples en frutos de úveda, en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión.

El contenido de polifenoles simples también presentó tendencia a disminuir con la interacción de factores (Figura 3), la disminución fue mayor con el incremento del tiempo de inmersión y la temperatura del agua. Es posible que la temperatura actuara como catalizadora en la extracción.

En taninos (Figura 4) se observó disminución de concentración con la interacción entre factores. Ocurrió mayor implicación del tiempo de inmersión en la atenuación obtenida.

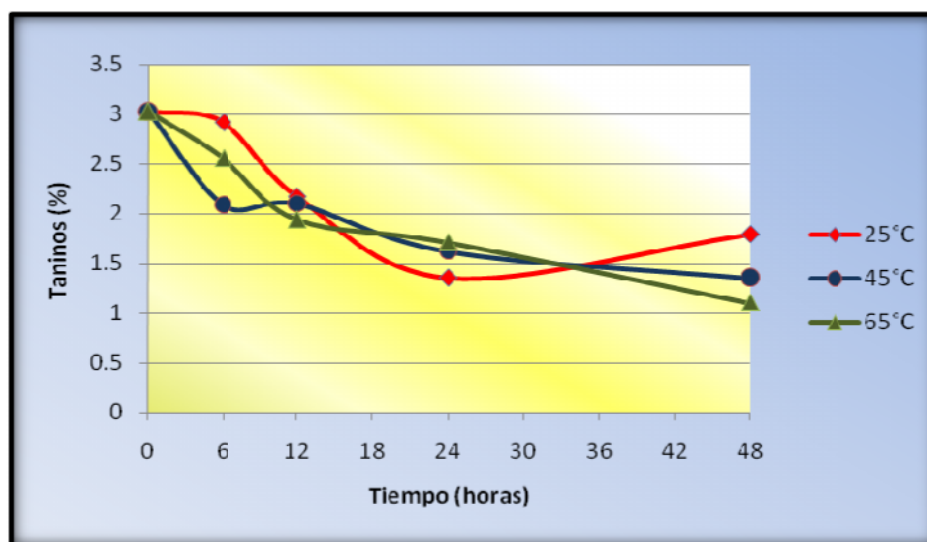


Figura 4. Concentración de taninos en frutos de úveda, en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión.

El contenido de taninos condensados no presentó tendencia definida (Figura 5), sin embargo la interacción entre factores indicó que fueron atenuados a medida que incrementó el tiempo de inmersión y la temperatura. La concentración de taninos condensados también reveló que la mayoría de los taninos presentes en fruto de úveda son hidrolizables.

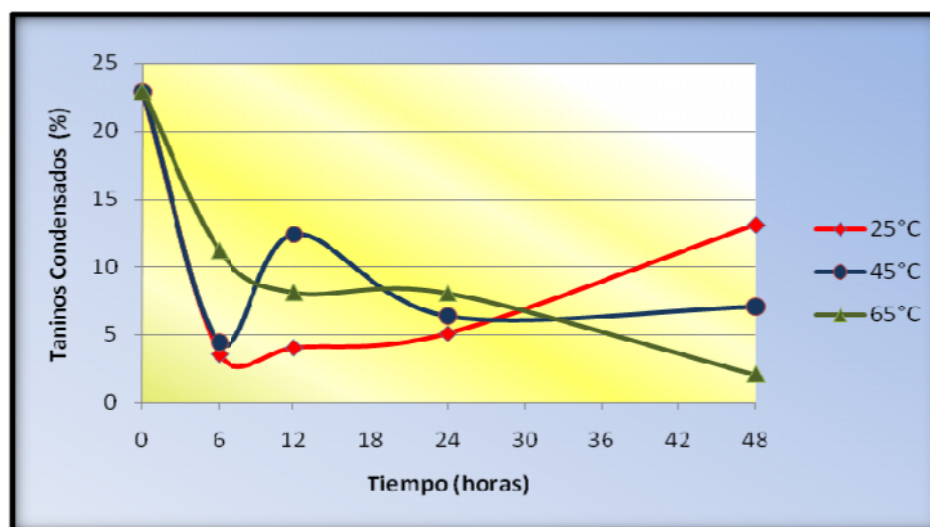


Figura 5. Concentración de taninos condensados en frutos de úveda en función de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión.

Respuesta Animal

En la Tabla 11 se muestra la composición química de las raciones.

Tabla 11. Composición química de la ración basal y con frutos o follaje de úveda

Variable	Basal	Fruto	Follaje	Prob.
MS (%)	96,39a ± 0,42	96,22a± 0,33	96,39a± 0,25	0,9152
MO (%)	93,63a± 0,13	94,07a± 0,13	93,75a± 0,20	0,1418
PC (%)	18,32a±0,34	18,39a± 0,32	18,65a± 0,17	0,6772
EB (Mcal/kg)	4,62b± 0,03	4,64b± 0,01	4,87a± 0,03	0,0000
FND (%)	46,7b± 0,47	51,14a± 1,50	54,87a± 0,95	0,0001
FAD (%)	18,25b± 0,85	24,01a± 0,53	26,17a± 1,59	0,0001
Hemic. (%)	28,47a± 1,20	27,13a± 1,03	28,69a± 1,50	0,6436
Cenizas (%)	6,37a± 0,13	5,93a± 0,13	6,25a± 0,20	0,1418

MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, EB: Energía bruta, FND: Fibra neutro detergente, FAD: Fibra ácido detergente, Hemic: Hemicelulosa. Prob: Probabilidad. Letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas.

El contenido de MS, MO, PC, Hemic. y cenizas fue similar ($P>0,05$) en todas las raciones, mientras que la energía bruta (EB), la FND y la FAD fue mayor ($P<0,01$) en las raciones con inclusión de follaje y fruto de úveda.

El peso inicial de los animales (Tabla 12) fue similar ($P>0,05$). La ganancia diaria de peso fue mayor ($P<0,05$) cuando se incluyó fruto y menor con follaje de úveda (35,70 vs 30,17 g/día; respectivamente). Como es lógico, la ganancia de peso en 35 días (GTP) mostró la misma tendencia que GDP ($P<0,05$); sin embargo, las raciones con follaje y fruto presentaron mayor consumo ($P<0,01$). El mayor contenido de fibra en la ración aumenta la tasa de pasaje del alimento a través del tracto gastrointestinal, lo cual estimula al animal a aumentar el consumo de alimento (Carabaño *et al.* 1997), teoría que concuerda con lo encontrado en esta investigación.

En condiciones tropicales y con el uso de recursos alimenticios alternativos, la GDP obtenida por los animales en diferentes investigaciones son muy variables (-50 y 20 g/día; Nieves *et al.* 1997, Cordero 2003, Fanimó *et al.* 2003, Parra 2003, Iyeghe-Erakpotobor *et al.* 2005, Togun *et al.* 2006, Dairo 2008, Salas-Araujo *et al.* 2008); en efecto, Romero-Cáceres *et al.* (2008) al utilizar 30 % de inclusión de fruto de úveda en raciones para conejos obtuvieron -4,72 g/día. Los resultados obtenidos de GDP en la presente investigación (30 – 36 g/día), demuestran que la úveda atenuada en taninos, es una materia prima alternativa con gran potencial en la alimentación de conejos.

Tabla 12. Peso inicial y final, ganancia de peso y consumo total de alimento, en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda

Variable	Basal	Fruto	Follaje	Prob
PI (g)	969,42a± 54,20	968,92a± 43,29	969,08a ± 45,66	1,0000
PF (g)	2015,0a± 65,16	2074,5a± 55,58	1915,2a± 50,50	0,1450
GDP	31,96ab± 1,50	35,70a± 1,50	30,17b± 1,04	0,0196
GTP (g)	1086,6ab± 50,81	1213,8a± 50,96	1025,7b± 35,38	0,0196
CTA (g)	3358,1b± 110,19	3776,6a± 105,12	4140,6a± 114,03	0,0001

Probab: Probabilidad, P: Peso. GDP: Ganancia diaria de peso en g/día, GTP: Ganancia total de peso, CTA: Consumo total de alimento.

El rendimiento en canal (Tabla 13) no fue afectado por las raciones evaluadas ($P>0,05$); sin embargo, la conversión alimenticia, la eficacia (kg PV/kg alimento), los costos por alimentación (Bs consumidos y Bs/kg PV) mostraron diferencias ($P<0,05$).

En cuanto a las variables económicas la ración con fruto de úveda resultó ser la más eficiente, ya que los bolívares gastados en alimento hasta que los animales alcanzaron el peso de sacrificio y el costo para producir un kg de peso vivo fueron menores.

Los valores de rendimiento en canal fueron similares (59 a 64,5 %) a los obtenidos por Bautista y Zambrano (1999) y Nieves *et al.* (1996b), quienes evaluaron la alimentación de conejos con *Boehmeria nivea* y *Arachis pintoii*, respectivamente; sin embargo, superan significativamente a los resultados reportados por Serrano (1995), quien evaluó canales de conejos sin cabeza.

Los valores de conversión alimenticia estuvieron entre 3,13 y 4,07 kg de alimento por cada kg de peso vivo ganado por el animal, los cuales se encontraron dentro del rango reportado por Nieves *et al.* (1995, 1996b, 1997) y Bautista y Zambrano (1999) al alimentar conejos con excretas de conejos, *Pennisetum purpureum* y *Arachis pintoii*, *Arachis pintoii* y *Leucaena leucocephala* y *Boehmeria nivea*; respectivamente. Nieves *et al.* (1998) al

trabajar con ingredientes no convencionales y probiótico obtuvieron valores superiores, respuesta que fue atribuida al uso del probiótico en la ración.

Tabla 13. Parámetros de rendimiento en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda.

Variable	Basal	Fruto	Follaje	Prob.
P. Canal (g)	1293,7a± 46,17	1323,7a± 37,62	1206,3a± 34,96	0,1157
RC (%)	63,42a± 0,45	62,41a± 0,52	62,18a± 0,56	0,2083
CA	3,13b± 0,12	3,15b± 0,10	4,07a± 0,15	0,0000
Eficacia	0,32a± 0,01	0,32a± 0,01	0,25b± 0,01	0,0000
Bs cons.	3582,7b± 117,56	3540,3b± 98,54	3977,9a± 109,55	0,0124
Bs/kg PV	3337,6b± 127,48	2952,3b± 97,78	3912,7a± 141,63	0,0000

Prob: Probabilidad, P: Peso, RC: Rendimiento en canal, CA: Conversión alimenticia. Bs cons: Bs consumidos durante 35 días. Bs/kg PV: Bs por kg de peso vivo ganado. Letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas.

Consumo de materia seca y digestibilidad de nutrientes

En consumo de materia seca y digestibilidad de las diferentes fracciones analizadas (Tabla 14) se encontraron diferencias ($P < 0,05$). La ración basal presentó menor consumo y mayor digestibilidad en las fracciones MS, MO, PC, Hemic y energía, mientras que la digestibilidad de la FND con la ración basal fue menor. Es posible que la proteína ligada a la pared celular fue la razón de la disminución de la digestibilidad aparente de la PC al incluir úveda en la ración, ya que esta respuesta no obedeció al efecto de los taninos, dada la baja concentración de los mismos en el material vegetal utilizado; sobre todo de los taninos que precipitan proteínas. Quizás el bajo consumo debido a la menor concentración de fibra, causó menor velocidad de paso del alimento a través del tracto gastrointestinal, por lo que el animal tuvo más tiempo para digerir los nutrientes. Al incluir fruto o follaje de úveda en las raciones se reportó un mayor consumo, debido al

aumento de concentración de fibra y la disminución de la energía digestible (Tabla 11), lo que aceleró el paso de la digesta a través del tracto gastrointestinal y afectó negativamente la digestibilidad (Tabla 14). Al respecto, Carabaño *et al.* (1997) acotaron que el contenido y tipo de fibra presente en la ración afecta la tasa de pasaje del alimento a través del tracto gastrointestinal, el volumen del ciego y la absorción de los nutrientes del alimento.

Tabla 14. Consumo promedio de materia seca y digestibilidad de las fracciones analizadas en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda.

Variable	Basal	Fruto	Follaje	Probab.
CMS (g)	107,44b± 3,71	128,28a± 2,94	134,86a± 3,18	0,0000
DAMS (%)	58,90a± 0,94	54,84b± 0,93	46,90c± 1,06	0,0000
DAMO (%)	58,80a± 0,94	55,06b± 0,92	46,68c± 1,06	0,0000
DAPC (%)	76,38a± 0,54	66,87b± 0,68	52,75c± 0,94	0,0000
DFND (%)	35,15b± 0,96	39,96a± 1,23	41,68a± 1,16	0,0002
DFAD (%)	18,25ab± 1,21	19,32a± 1,65	13,48b± 1,82	0,0341
DHem (%)	45,33c± 1,01	58,22b± 0,86	69,95a± 0,81	0,0000
DAE (%)	60,34a± 0,90	56,45b± 0,89	46,67c± 1,06	0,0000
ED (Mcal/kg)	2,79a± 0,04	2,62b± 0,04	2,27c± 0,05	0,0000

Probab: Probabilidad, CMS: Consumo de materia seca, DAMS: Digestibilidad aparente de la materia seca, DAMO: Digestibilidad aparente de la materia orgánica, DAPC: Digestibilidad aparente de la proteína cruda, DFND: Digestibilidad de la fibra neutro detergente, DFAD: Digestibilidad de la fibra ácido detergente, DHem: Digestibilidad de la hemicelulosa, DAE: Digestibilidad aparente de la energía, ED: Energía digestible.

Los valores reportados para digestibilidad de las diferentes fracciones analizadas (Tabla 14) son similares a los obtenidos por Nieves *et al.* (2008) en raciones con diferentes follajes tropicales (leucaena, naranjillo, morera, maní forrajero y batata), Nieves *et al.* (2006) con el uso de 30 y 100 % de morera en raciones para conejos en engorde, Iyeghe-Erakpotobor *et al.* (2005) quienes evaluaron diferentes combinaciones de concentrado, pasto y leguminosa, Ramchurn *et al.* (2000a) quienes utilizaron bloques

multinutricionales a base de melaza, harina de trigo y semillas de algodón y Nieves *et al.* (1997) al evaluar follaje de leucaena y maní forrajero. Mashamaite *et al.* (2009) al utilizar 4 % de inclusión de *Acacia karro*, *Acacia nilotica* o *Acacia tortilis* en la ración; reportaron consumos similares a los obtenidos en este ensayo con la ración basal (aproximadamente 100 g/animal/día), sin embargo, los autores consiguieron mayor digestibilidad de MS (entre 62,7 y 73,2 %). Algunos investigadores reportaron valores de digestibilidad superiores, entre los que se puede citar a Sarwatt *et al.* (2003) al ofrecer *Trichantera gigantea* en raciones para conejos, Fanimó *et al.* (2003) quienes trabajaron con merey (*Anacardium occidentale*) en conejos en crecimiento y Ramchurn *et al.* (2000b) quienes evaluaron la digestibilidad del pasto estrella en conejos en crecimiento.

Parámetros fisiológicos

La concentración de glucosa en sangre no mostró diferencias ($P>0,05$) entre los tratamientos cuando se analizó por muestreo, sin embargo incrementó a partir del segundo muestreo (día 7 del ensayo). Dado que el incremento se presentó en todas las raciones, permite dilucidar que la cantidad de carbohidratos no estructurales en las raciones experimentales se encontraron acordes con las necesidades nutricionales de estos animales, y que a su vez, el alimento que consumieron los animales antes de comenzar el ensayo, tuvo un contenido energético representado mayoritariamente por carbohidratos estructurales. Los valores de glucosa obtenidos en el presente ensayo (Tabla 15) superan a los reportados por Rupic *et al.* (1999) al utilizar torta de aceituna en raciones para conejos, Paci y Bagliacca (2002) quienes suministraron raciones ricas en fibra y con bajo nivel de energía a conejos en crecimiento y Molina-Hernández *et al.* (2008) al ofrecer raciones con palma yagua a conejos en crecimiento.

Tabla 15. Metabolitos sanguíneos, por muestreo, en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda.

Metabol.	M	Basal	Fruto	Follaje	Prob.
Glucosa (mg/dl)	1	115,81a± 2,93	123,59a ± 4,43	121,14a± 2,63	0,2725
	2	293,03a± 7,28	272,19a± 11,50	272,00a± 6,17	0,1376
	3	293,16a± 13,44	279,30a± 12,48	280,39a± 5,80	0,6163
Colest. (mg/dl)	1	60,71a± 4,62	56,03a± 4,65	55,09a± 5,41	0,6977
	2	53,60a± 4,00	52,61a± 4,88	43,77a± 2,95	0,1298
	3	64,69a± 4,55	66,36a± 3,13	54,35a± 5,22	0,1273
HDL (g/l)	1	32,64a± 1,61	28,13a± 1,84	32,69a± 2,42	0,1803
	2	22,69a± 1,66	22,04a± 1,86	21,57a± 1,77	0,8917
	3	23,08a± 0,73	19,79b± 0,99	20,37ab± 0,69	0,0284
LDL (g/l)	1	125,76a± 10,85	112,42a± 8,30	107,23a± 9,89	0,4261
	2	92,59a± 8,08	88,35a± 8,69	86,88a± 5,57	0,8396
	3	123,03a± 8,36	120,97a± 6,24	96,76a± 8,74	0,0564
Triglicér. (mg/dl)	1	55,11a± 5,89	73,44a± 5,90	63,31a± 4,48	0,0969
	2	121,46a± 10,43	143,78a± 11,25	112,44a± 8,44	0,0964
	3	114,63a± 9,16	127,70a± 14,99	137,20a± 8,32	0,3213
Urea (mg/dl)	1	39,94a± 1,54	40,87a± 2,81	43,98a± 2,89	0,4932
	2	38,49a± 0,96	35,36a± 2,37	39,99a± 2,11	0,2321
	3	42,67a± 1,47	36,26ab± 2,86	34,72b± 1,18	0,0180
Trans. (UI/l)	1	23,99a± 2,44	25,49a± 2,74	24,37a± 2,40	0,9139
	2	34,81a± 2,37	22,98b± 2,23	19,95b± 1,84	0,0003
	3	23,87a± 2,27	18,56ab± 0,51	13,61b± 1,03	0,0032

Metabol: Metabolito sanguíneo, M: Número de muestreo, Prob: Probabilidad, Colest: Colesterol, Triglicér: Triglicéridos, Trans: Transaminasas por el método GOT/AST. Letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas.

El colesterol se mantuvo con pocas variaciones en su concentración, tanto entre tratamientos como en muestreos, aunque fue menor la cantidad en el tratamiento con follaje de úveda. Se puede inferir que las concentraciones lipídicas en las raciones consumidas por estos animales

fueron homogéneas antes y durante el ensayo, ya que no afectaron a este metabolito sanguíneo. Todas las raciones contuvieron la misma cantidad y tipo de aceite, y los animales no tuvieron periodo de ayuno previo a la toma de la muestra de sangre. Esto coincide con lo expuesto por Church *et al.* (1992) quienes manifestaron que la composición y concentración de los lípidos sanguíneos son determinadas por el tipo y cantidad de lípidos presentes en la ración, así como también del tiempo transcurrido después de una comida. La mayor parte del colesterol que se encuentra en el cuerpo es producido por el hígado a partir de la grasa saturada de la ración. Los resultados de este ensayo son similares a los obtenidos por Molina-Hernández *et al.* (2008) al evaluar raciones para conejos con aceite de palma yagua, sin embargo, autores como López-Ortega y Douglas (1995), Rupic *et al.* (1999), Canzi *et al.* (2000) y Fanimó *et al.* (2003) reportaron concentraciones más elevadas de colesterol al incluir colesterol, torta de aceituna, caseína y merey; respectivamente, en raciones para conejos.

La concentración de HDL en sangre no fue afectada por las raciones experimentales en los muestreos 1 y 2 ($P>0,05$), sin embargo, se consiguieron diferencias significativas ($P<0,05$) en el muestreo 3. La mayor concentración se reportó en los animales alimentados con la ración basal y fue menor en los conejos que consumieron la ración con fruto de úveda. Los valores de HDL presentaron tendencia a disminuir a medida que avanzaron los muestreos. Esto afecta negativamente la salud de los animales, ya que las HDL son las encargadas de retornar el colesterol al hígado, donde puede ser eliminado del organismo, con lo que favorecen la protección contra riesgos de enfermedades cardíacas coronarias tales como la arterosclerosis (Aguilera *et al.* 2005), por lo que al disminuir, se limitan estas funciones protectoras. Los valores obtenidos en este ensayo son superiores a los reportados por Rupic *et al.* (1999) y Molina-Hernández *et al.* (2008).

La concentración de las LDL no presentaron diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos en los tres muestreos, sin embargo, se observó

una ligera disminución en el muestreo 2 (día 7). Es importante no conseguir cambios en estas lipoproteínas, ya que son las principales transportadoras de colesterol exógeno hacia el interior de las células, por lo que los niveles elevados de LDL están relacionados con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. López-Ortega y Douglas (1995) y Molina-Hernández *et al.* (2008) reportaron concentraciones menores de LDL séricas en conejos.

La cantidad de triglicéridos contenidos en suero no presentaron diferencias significativas en ninguno de los muestreos ($P>0,05$), sin embargo se observó que duplicaron sus valores a medida que transcurrió el tiempo de ensayo. Los triglicéridos presentes en plasma derivan de los alimentos grasos ingeridos o de la síntesis en el hígado a partir de otros nutrientes, para luego ser depositados en los músculos y en el tejido adiposo y gradualmente liberarse y metabolizarse de acuerdo con las necesidades energéticas del organismo. Por esto, es posible que las raciones experimentales tuvieran concentraciones de carbohidratos no estructurales o de lípidos superiores a las requeridas por los animales. Molina-Hernández *et al.* (2008) reportaron valores similares de triglicéridos en raciones sin contenido de aceite y con 3 % de inclusión de aceite de palma yagua, mientras que López-Ortega y Douglas (1995) y Rupic *et al.* (1999) reportaron menores concentraciones de este metabolito en sangre.

Para el caso de la urea plasmática no se consiguieron diferencias significativas en los muestreos 1 y 2. En el muestreo final (14 días) se reportó una ligera disminución de este metabolito cuando se suministraron las raciones con follaje o fruto de úveda. Esta disminución indica una menor cantidad de nitrógeno no proteico en sangre. En conejos, la urea en sangre es el principal producto final del metabolismo proteico; ésta se produce en el hígado y es excretada por la orina a través de los riñones. Por lo tanto, una elevada concentración sérica de urea se traduce en una posible disfunción renal; sin embargo, estas concentraciones están íntimamente relacionadas con la ración y el metabolismo proteico. Los valores obtenidos en este

experimento son inferiores a las concentraciones de urea en sangre reportadas en conejos por Molina-Hernández *et al.* (2008), pero superiores a las obtenidas por Fanimó *et al.* (2003), quienes consiguieron que a medida que aumentaron los niveles de inclusión de torta de aceituna (la cual presenta taninos) se incrementó la concentración de urea en sangre.

Los resultados obtenidos de transaminasas no presentaron diferencias ($P>0,05$) en el muestreo 1; sin embargo las raciones afectaron significativamente los niveles de transaminasas en los muestreos 2 y 3. Este metabolito disminuyó a medida que avanzó el ensayo (con excepción de la ración basal en el muestreo 2). Las raciones con fruto o follaje, reportaron concentraciones menores a la ración basal. Las transaminasas GOT/AST se encuentran en altas concentraciones en el músculo cardíaco, las células hepáticas y las células del músculo esquelético; el incremento de sus niveles séricos indican que en alguno de estos tejidos se produjo una alteración de su estructura celular que provocó el paso al torrente sanguíneo de las transaminasas, ya que estas son enzimas celulares no específicas del plasma sanguíneo. Las concentraciones de transaminasas obtenidas en este ensayo son inferiores a las reportadas por Fanimó *et al.* (2003).

No se consiguieron diferencias ($P>0,05$) en el peso metabólico de los animales ni en el peso del timo (Tabla 16). Las raciones afectaron ($P<0,01$) el peso de hígado y riñones, en ambos casos, los menores pesos se obtuvieron en la ración con follaje de úveda, probablemente, porque el follaje de úveda presentó mayor concentración de polifenoles totales, taninos totales, taninos condensados y taninos que precipitan proteínas. El peso de los riñones obtenido en este ensayo es similar al reportado por Fanimó *et al.* (2003), quienes a su vez obtuvieron un menor peso en hígado.

Tabla 16. Peso metabólico y peso de hígado, riñón y timo en conejos alimentados con fruto o follaje de úveda.

Variable	Basal	Fruto	Follaje	Probab.
PM (kg)	1,70a ± 0,04	1,76a ± 0,03	1,64a ± 0,04	0,1258
P. hígado (g)	73,79a ± 1,21	72,46a ± 3,69	55,79b ± 1,73	0,0000
P. riñones (g)	13,32a ± 0,57	13,33a ± 0,49	11,15b ± 0,25	0,0025
P. timo (g)	5,37a ± 0,27	5,95a ± 0,51	5,16a ± 0,34	0,2209
Hígado (%)*	4,35a ± 0,11	4,13a ± 0,20	3,40b ± 0,09	0,0001
Riñones (%)*	0,78a ± 0,02	0,76a ± 0,03	0,68b ± 0,01	0,0018
Timo (%)*	0,31a ± 0,01	0,34a ± 0,03	0,32a ± 0,03	0,6440

Probab: Probabilidad, PM: Peso metabólico, P: Peso, (*): Porcentaje en relación al peso metabólico.
Letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas.

CONCLUSIONES

- La atenuación de polifenoles en follaje de úveda fue más eficiente con inmersión en agua a 25 °C durante 6 horas. En fruto ocurrió con el agua a 65 °C durante 48 horas.
- Aún cuando la digestibilidad de los nutrientes se afectó con la inclusión de 30 % de úveda en la ración (follaje o fruto), estos valores se mantuvieron dentro de un rango normal.
- La mayoría de los metabolitos sanguíneos fueron estables con el uso de 30 % de follaje o fruto de úveda (atenuados en taninos); con excepción de HDL y transaminasas que fueron propensos a disminuir, mientras que urea no mostró tendencia definida.
- El peso del hígado y los riñones disminuyó cuando se utilizó follaje de úveda en la ración.
- Al incluir follaje de úveda se obtuvieron los menores valores de consumo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, peso vivo final y eficacia, sin embargo, en los tratamientos evaluados se registraron buenos parámetros productivos.
- Al utilizar fruto de úveda en la ración, se obtuvo el mayor beneficio económico (Bs consumidos y Bs/kg de peso vivo ganado).

RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos con tiempos de inmersión en agua superiores, con el fin de constatar la posibilidad de aumentar la atenuación de polifenoles.
- En el caso de fruto de úveda, se recomienda aumentar tiempo de inmersión y temperatura, para corroborar si la atenuación puede aumentar.
- Atenuar taninos en follaje y fruto de úveda (6 horas a 25 °C y 48 horas a 65 °C, respectivamente) cuando van a ser utilizados para alimentar conejos en crecimiento.
- Utilizar 30 % de inclusión de follaje o fruto de úveda (previamente tratados para atenuar taninos) para disminuir costos de alimentación y mantener parámetros productivos en conejos en crecimiento.
- Extender el periodo de muestreo y análisis de parámetros sanguíneos, con el fin de determinar si existe fluctuación cuando los animales consumen úveda por mayor tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraira, M., Crespi, J., Dias, J., Vidal, A. e Gonçalves, A. 1992.** Uso do feno da soja perene (*Neonotonia wightii*) como fonte da fibra e proteína na alimentação de coelhos em crescimento. Rev.Soc.Bras.Zoot. 2(1):23-25.
- Aguilera, C., Ramírez, C., Quiles, J., Yago, M., Martínez, M., Martínez, E., Gil, A. and Ramírez, M. 2005.** Monounsaturated and ω -3 but not ω -6 polyunsaturated fatty acids improve hepatic fibrosis in hypercholesterolemic rabbits. *In: Nutrition* 21: 363-371
- Alarcón, P. y Giménez, L. 2004.** Extracción y caracterización de compuestos polifenólicos, presentes en *Acacia polyphylla* y *Mimosa arenosa*, especies leguminosas nativas del semiárido Estado Lara. Trabajo Especial de Grado Ing. Químico. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Barquisimeto. 118 p.
- AOAC. 1995.** Official Method of Analysis of the Associations of Official Analytical Chemists. Vol. II W. Horwitz (Eds.). Washington, D.C. 69-84 p.
- Bautista, E. y Zambrano, A. 1999.** Utilización del ramo (*Bohemeria nivea*) en la alimentación de conejos en crecimiento y engorde. Rev. Cient. Unet 8(2): 5-22.
- Canzi, E., Zanchi, R., Camaschella, P., Cresci, A., Greppi, G., Orpianesi, C., Serrantoni, M. and Ferrari A. 2000.** Modulation by lactic-acid bacteria of the intestinal ecosystem and plasma cholesterol in rabbits feed a casein diet. *Nutrition Research* 20(9): 1329-1340

- Carabaño, R., De Blas, C., García, J., Nicodemus, N. y Pérez de Ayala, P. 1997.** Necesidades de fibra en conejos. Universidad Politécnica de Madrid. *In: XIII Curso de Especialización FEDNA.* Madrid. 15 p.
- Carr, T., Gallaher, D., Yang, C. and Hassel, C. 1996.** Increased intestinal contents viscosity reduces cholesterol absorption efficiency in hamsters fed hydroxypropyl methylcellulose. *Journal of Nutrition* 126: 1463-1469
- Chavan, U., Shahidi F., and Naczk M. 2001.** Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus L.*) as affected by different solvents. *Food Chemistry* 75(4): 509-512
- Church, D., Pond, W. y Pond, K. 1992.** Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Conejos. Uteha Wiley. México. p. 471-480
- Constantinides, M. and Fownes, J. 1994.** Nitrogen mineralization from leaves a litter of tropical plants: relationship to nitrogen, ligninand soluble polyphenol concentrations. *Soil Biology and Biochemistry* 26:49-55
- Cordero, J. 2003.** Evaluación de raciones de *Waltheria americana* L. ó *Calea berteriana* D.C. combinadas con melaza, harina de yuca y salvado de maíz en conejas en las fases de crecimiento y reproducción Trabajo Especial de Grado Ing. Agrónomo. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Cabudare. 58 p.
- Dairo, F. 2008.** Performance and haematological evaluation of weaner rabbits fed loofah gourd seed meal (*Luffa cylindrica* {M.J.ROEM}). *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* 8(4): 451-463

- De Blas, C. and Villamide, M. 1990.** Nutritive value of beet and cetrus pulps for rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 31: 239- 246.
- De Blas, C. and Mateos G. 1998.** Feed Formulation. *In: The Nutrition of the Rabbit.* 1998. CAB International (*Eds.* C. de Blas y J. Wiseman) pp. 241-253
- De Blas, C., Garcia, J. and Carabaño, R. 1999.** Role of fibre in rabbit diets. A review. *Ann. Zootech.* (48): 3-13.
- Devlin, T. 1993.** Bioquímica, Libro de Texto con Aplicaciones Clínicas. Segunda Edición. Editorial Reverté, S.A. Colombia. pp 263-437
- Fanimo, A., Oduguwa, O., Alade, A., Ogunnaike, T. y Adesehinwa, A. 2003.** Growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristic of growing rabbits fed cashew apple waste. *Livestock Research for Rural Development* 15(8) <http://www.lrrd.org/lrrd15/8/fani158.htm>
- Flores, O., Ibrahlm, M., Kass, D. y Andrade, H. 1999.** El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos *Revista Agroforestería en las Américas.* 6(23) <http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/>
- Gallaher, D. y Hassel, C. 1995.** The role of viscosity in the cholesterol-lowering effect of dietary fiber. *In: Dietary Fiber in Health and Disease* (D Kritchevsky and C Bonfield, editors). New York: Plenum Press. pp. 106-114

- Gallaher, C., Munion, J., Hesslink, R., Wise, J. and Gallaher, D. 2000.** Cholesterol reduction by glucomannan and chitosan is mediated by changes in cholesterol absorption and bile acid and fat excretion in rats. *Journal of Nutrition* 130: 2753-2759
- García, J., Mateos, J., Piquer, J., Carabaño, R. y De Blas, C. 1997.** Efecto de la fuente de fibra sobre el tiempo medio de retención total y el tiempo de fermentación en conejos. *ITEA* 18: 187- 189.
- García, J., Carabaño, R. and De Blas J. 1999.** Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science* (77): 898-905.
- Gilboa, N. 1995.** The effects of PEG on the utilization of Mediterranean woody plants as forage for livestock. Ph.D. thesis. The Hebrew University, Jerusalem, Israel. 257 p.
- Gutiérrez, A. 2002.** Cuba Vino, polifenoles y protección a la salud. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara“Serafín Ruiz de Zarate Ruiz”. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 16(2): 134-141
- Gutiérrez, V., Villaseñor, A., Cancino, M., Lemus, O. y Madrigal, S. 2003.** Contenido de compuestos fenólicos en arbustos y árboles forrajeros en San Lucas, Michoacán. XIV Encuentro de Investigación Pecuaria y Producción Animal Morelia, Michoacán p 182-186.
- Hagerman, A. E., Rice, M. E. and Richard, N.T. 1998.** Mechanisms of protein precipitation for two tannins, pentagalloyl glucose and epicatechin16-(4→8)-catechin (procyanidin). *J. Agric. Food Chem.* 46:2590–2595

- Iyeghe-Erakpotobor, G., Aliyu, R. and Uguru, J. 2005.** Evaluation of concentrate, grass and legume combinations on performance and nutrient digestibility of grower rabbits under tropical conditions. *African Journal of Biotechnology* 4(20): 2004-2008
- Johnson, L. 1997.** *Gastrointestinal Physiology*. St Louis, MO: Mosby-Year Book, Inc. p. 82-137
- Keller, B., Lajtha, K. and Cristofor, S. 1998.** Trace metal concentrations in the sediments and plants of the Danube Delta, Romania. Digestion and multi-element analysis of plant material by inductively coupled plasma spectrometry. *Commun. Soil Sci. Plant Wetlands* 18:42–50.
- Kok, K. y Delgado, M. 2004.** Efecto del ensilaje con distintas proporciones de melaza y/o sulfato de cobre sobre la atenuación de los polifenoles totales en vainas u hojas de *Acacia macracantha*. Trabajo Especial de Grado Ing. Químico. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Barquisimeto. 89 p.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H. and Thébault, R. 1997.** *The Rabbit-Husbandry, Health and Production*. FAO Animal Production and Health Series N° 21. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Roma. 357 p.
- Liang, Y. and Xu, Y. 2003.** Effect of extraction temperature on cream and extractability of black tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *International Journal of Food Science and Technology* 38: 37-45

- Liddle, R., Rushakoff, R., Morita, E., Beccaria, L., Carter J. and Goldfine I. 1988.** Physiological role for cholecystokinin in reducing postprandial hyperglycemia in humans. *Journal of Clinical Investigation* 81: 1675-1681
- Liddle, R. 2000.** Regulation of cholecystokinin secretion in humans. *Journal of Gastroenterology* 35: 181–187
- López-Ortega, A. y Douglas, C. 1995.** Influencia de una dieta enriquecida con colesterol sobre los niveles lipídicos sanguíneos en conejos machos. *Gaceta de Ciencias Veterinarias* 1(1): 80-83
- Lukefahr, S. and Cheeke, P. 1990a.** Rabbit project planning strategies for developing countries. I: Practical considerations. *Livestock Research for Rural Development* 2(3) <http://www.lrrd.org/lrrd2/3/cheeke1.htm>
- Lukefahr, S. and Cheeke, P. 1990b.** Rabbit project planning strategies for developing countries. II: Research applications. *Livestock Research for Rural Development* 2(3) <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/espanol/document/lrrd/LRRD2/3/CHEEKE2.HTM>
- Lukefahr, S. and Cheeke, P. 1991.** Rabbit project development strategies in subsistence farming systems. *In: Animal genetic resources. FAO. World animal review.* 51 p.
- Makkar, H and Becker, K. 1993.** Vanillin-HCl method for condensed tannins: effect of organic solvents used for extraction of tannins, *J Chem. Ecol.* 19: 613-621.

- Makkar, H. and Becker, K. 1996.** A bioassay for tannins. The XVIIIth International Conference on Polyphenols, Bordeaux. Polyphenols Communications. 96: 197-198.
- Makkar, H. 2003.** Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* 49: 241-256
- Mansour, E., Dworschak, E., Lugasi, A., Gaal, O., Barna, E. and Gergely, A. 1993.** Effect of processing on the antinutritive factors and nutritive value of rapeseed products. *Food Chemistry* 47(3): 247-252.
- Martínez, B., Rincón, F. and Ibáñez, M. 2000.** Optimization of Tannin Extraction from Infant Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(6): 2097-2100
- Mashamaite, L., Ng'ambi, J.W., Norris, D., Ndlovu, L.R. and Mbajiorgu, C.A. 2009.** Relationship between tannin contents and short-term biological responses in male rabbits supplemented with leaves of different acacia tree species grown in Limpopo province of South Africa. *Livestock Research for Rural Development* 21(7) <http://www.lrrd.org/lrrd21/7/mash21109.htm>
- Matsui, K., Ohta, T., Morinaga, H., Sasase, T., Fukuda, S., Ito, M., Ueda, M., Ogawa, N., Miyajima, K. and Matsushita, M. 2008.** Effects of preventing hyperphagia on glycolipid metabolic abnormalities in spontaneously diabetic Torii fatty rats. *Animal Science Journal* 79(5): 605-613

Min, B. and Hart, S. 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science* 81:102-109.

Molina-Hernández, E., Nouel-Borges, G., Espejo-Díaz, M. y Sánchez-Blanco, R. 2008. Evaluación del aceite de mesocarpio de *Attalea butyracea* en raciones para conejos y su efecto sobre el perfil metabólico sanguíneo. *Resumen en Revista Científica FCV-LUZ* 18(1): 465

Muir, J. and Massaete, E. 1996. Seasonal growth in rabbits fed wheat and maize bran with tropical forages. *Livestock Research for Rural Development* 8(1) <http://www.lrrd.org/lrrd8/1/muir.htm>

Murray, R., Mayes, P., Granner, R. y Rodwell, V. 1997. Bioquímica de Harper. 14a Edición. Manual Moderno. D.F., México. 293 p.

Nieves, D., Prisco, Y. y Escobar, E. 1995. Incorporación de excretas de conejo en dietas no granuladas para conejos de engorde. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 13(2): 25-34.

Nieves, D., Santana, L. y Benaventa, J. 1996a. Niveles crecientes de *Arachis pintoi* (Krap. y Greg.) en dietas en forma de harina para conejos de engorde. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 14 (2); 35-45

Nieves, D., Fariñas, S., Muñoz, A, Torrealba, E. y Rodríguez, N. 1996b. Uso de *Arachis pintoi* y *Pennisetum purpureum* en la alimentación de conejos de engorde. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. 14(2): 82-91.

- Nieves, D., Guerrero, H. y Hernández, W. 1997.** Uso de ingredientes no convencionales en la alimentación de conejos de engorde. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 15(1): 144- 155.
- Nieves, D., Rodríguez, J. y Carvajal, L. 1998.** Inclusión de probiótico e ingredientes no convencionales en dietas en forma de harina para conejos de engorde: *Leucaena leucocephala* y *Arachis pintoi*. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 16(1): 37-48.
- Nieves, D., Araque, H., Terán, O., Silva, L., González, C. y Uzcátegui, W. 2006.** Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *Revista Científica, FCV-LUZ* 16(4): 364-370
- Nieves, D., Schargel, I., Terán, O., González, C., Silva, L. y Ly, J. 2008.** Estudios de procesos digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad fecal. *Revista Científica, FCV-LUZ* 18(3): 271-277
- Nonaka, G. 1989.** Insolation and structure elucidation of tannins. *Pure Appl. Chem.* 61:357-360.
- Nouel, G. 2000.** La Producción Animal en el Semiárido de la Región Centroccidental. Memorias. *In: I Jornadas de Actualización Agropecuaria.* Cabudare, 23 de noviembre de 2000. pp 5-9
- Paci, G. y Bagliacca, M. 2002.** Effetto del Fieno Di Medica come Alimento Complementare Sul Profilo Metabolico Di Conigli In Accrescimento. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, LIV/2001.* pp. 43-52

- Parra, J. 2003.** Evaluación de la pulidura de arroz y melaza de caña como fuentes de energía en raciones para conejos en crecimiento. Trabajo Especial de Grado Ing. Agrónomo. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Cabudare. 53 p.
- Pérez, J., Cervera, C., Falcao, E., Concha, L., Maertens, L., Villamide M. y Xiccato, G. 1995.** European ring-test on in vivo determination of digestibility in rabbits: reproducibility of a reference method compared with individual laboratory procedures. *World Rabbit Science* 3:41-43
- Pezo, D. 1995.** Potencial de Sostenibilidad en Sistemas de Producción Animal Basados en la Utilización de Recursos Alimenticios Locales. Curribadat, San José, Costa Rica. pp. 119-146
- Pezo, D., Rearte, D., San Martín, F. and Quiroz, R. 1996.** Feed Resources Dynamics in Mixed Crop/Livestock Farming Systems of Latin America. *In: Proceedings of the International Workshop “Crops Residues in Sustainable Mixed Crop/Livestock Farming Systems”, held at ICRISAT, Patancheru (India). April 22-26*
- Quintero, V. 1993.** Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. *Livestock Research for Rural Development* 5(3):52-59
- Ramchurn, R., Raggoo, J. and Ruggoo, A. 2000a.** Digestibility and growth in the domestic rabbit using multi-nutrient blocks as a feed supplement. *Livestock Research for Rural Development* 12(1) <http://www.lrrd.org/lrrd/12/1/ram121b.htm>
- Ramchurn, R., Dullul, Z., Ruggoo, A. and Raggoo, J. 2000b.** Effects of feeding star grass (*Cynodon plectostachyus*) on growth and digestibility of

nutrients in the domestic rabbit. *Livestock Research for Rural Development* 12(2) <http://www.lrrd.org/lrrd12/2/ram122.htm>

Ramchurn, R. and Dullull, Y. 2001. The intake and digestibility of stale bread by the domestic rabbit. *Livestock Research for Rural Development* (13)3 <http://www.lrrd.org/lrrd13/3/ram133.htm>

Reed, J.D., Horvath, P.J., Allen, M.S. and Van Soest, P.J. 1985. Gravimetric determination of soluble phenolics including tannins from leaves by precipitation with trivalent Ytterbium. *Journal Science Food and Agriculture* 36(4): 255-261

Reed, J. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science* 73:1516–1528.

Romero-Cáceres, A., Nouel-Borges, G., Espejo-Díaz, M. y Sánchez-Blanco, R. 2008. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de frutos de *Acacia macracantha* y raíz de yuca (*Manihot sculenta*) en raciones para conejos. Resumen en *Revista Científica FCV-LUZ* 18(1): 464

Romero, L., Palma, G. y López, J. 2000. Influencia del pastoreo en la concentración de fenoles y taninos condensados en *Gliricidia sepium* en el trópico seco. *Livestock Research for Rural Development* 4(12):1-9

Ruíz-Feria, C., Lukefahr, S. and Felker, P. 1998. Evaluation of *Leucaena leucocephala* and cactus (*Opuntia* sp.) as forages for growing rabbits. *Livestock Research for Rural Development* 10(2) <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd10/2/luke102.htm>

- Ruiz, P. 1999.** The influence of impregnation by hydrocarbons on coal structure during its thermal evolution. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 59: 841-871
- Rupic, V., Skrlin, J., Muzic, S., Serman, V., Stipic, N. y Bacar-Huskic, L. 1999.** Proteins and fats in the serum of rabbits fed different quantities of dried olive cake. *Acta Vet. Brno* 68: 91-98
- Rushakoff, R., Goldfine, I., Beccaria, L., Mathur, A., Brand, R. and Liddle, R. 1993.** Reduced postprandial cholecystokinin (CCK) secretion in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus: evidence for a role for CCK in regulating postprandial hyperglycemia. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 76: 489-493
- Sakakibara, H., Honda, Y., Nakagawa, S., Ashida, H. and Kanazawa, K. 2003.** Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits, and teas. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51(3): 571-581
- Salas-Araujo, J., Nouel-Borges, G., Sánchez-Blanco, R. y Espejo-Díaz, M. 2008.** Evaluación de raciones basadas en hojas de *Mimosa arenosa* y vainas de *Acacia macracantha* en distintas proporciones y su efecto sobre parámetros productivos en conejos. Resumen en *Revista Científica FCV-LUZ* 18(1): 464-465
- Samkol, P., Preston, T. and Ly, J. 2006.** Digestibility indices and N balance in growing rabbits fed a basal diet of water spinach (*Ipomoea aquatica*) supplemented with broken rice. *Livestock Research for Rural Development* 18(2) <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd18/2/samk18022.htm>

- Sánchez, A. 2001.** Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. *Revista FONAIAP* 17: 6-11
- Sarwatt, S., Laswai, G. and Ubwe, R. 2003.** Evaluation of the potential of *Trichanthera gigantea* as a source of nutrients for rabbit diets under small-holder production system in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development* 15(11) <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd15/11/sarw1511.htm>
- Sashidhar, R.B. 1997.** Microassay for the precipitation of polyphenols that form complexes with proteins. *Food Chemistry* 61(3): 373-380
- Serrano, M. 1995.** Beneficio de conejos y evaluación de la canal. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 13(2): 45-55
- Smith, O. and Van Houter, M.F. 1987.** The feeding value of *Gliricidia sepium*. A review. *World Animal Review*. 62: 57-68
- Smith, T., Mlambo, V., Sikosana, J., Maphosa, V., Mueller-Harvey, I. and Owen, E. 2005.** *Dichrostachys cinerea* and *Acacia nilotica* fruits as dry season feed supplements for goats in a semi-arid environment. *Animal Feed Science and Technology* 122(1-2): 149-157.
- Stanley, D. 1992.** A possible role for condensed tannins in bean hardening. *Food Research International* 25: 187-192
- Terrill, T., Rowan, A., Doughlas, G. and Barry, T. 1992.** Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agric.* 58: 321-329.

- Togun, V., Farinu, G., Ojebiyi, O., Akinlade, J. and Popoola, O. 2006.**
Evaluation of three dietary levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*, Hemsli A. Gray) forage meal on growth and carcass measurement of male rabbits. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 5(10): 791-794
- Toledo, J. 1994.** El Desarrollo Sostenible Amazónico en una Economía de Mercado: Un Análisis Crítico. *En: Toledo, J. (de.) Memorias del seminario - taller "Biodiversidad y Desarrollo Sostenible de la Amazonía en una Economía de Mercado". FUNDEAGRO, Lima, Perú pp. 1-42*
- Tsujii, H., Nishioka, M., Salma, U., Miah, A., Maki, T. and Lee, M. 2007.**
Comparative study on hypocholesterolemic effect of *Rhodopseudomonas palustris* and *Rhodobacter capsulatus* on rats fed a high cholesterol diet. *Animal Science Journal* 78(5): 535-540
- Van Soest, P. 1994.** Ruminant Ecology. 2ed. Cornell University Press. Ithaca. pp.: 59-63.
- Villamide, M.J., Fraga, M.J. and De Blas, C. 1991.** Effect of type of basal diet and rate of inclusion on the evaluation of protein concentrates with rabbits. *Anim. Prod.* 52: 215- 224.
- Villamide, M. 1996.** Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal Feed Science and Technology.* (57): 211-223
- Villamide, M.J., García, J., Cervera, C., Blas, E., Maertens, L. and Pérez J.M. 2003.** Comparison among methods of nutritional evaluation of dietary ingredients for rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 13: 195-207.

- Wang, Y., Waghorn, G., Barry, T. and Shelton, I. 1994.** The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep. *Brit. J Nutr.* 72: 923-935.
- Wiseman, J. and Cole, D. 1979.** Energy evaluation of cereals for pig diets. *In:* Haresing, W.; Lewis D. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworth, London, pp. 51-67.
- Youssef, A. 1998.** Extractability, fractionation and nutritional value of low and high tannin sorghum proteins. *Food Chem.* 63: 325-329