

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

División Ciencia Animal

Departamento Recursos Naturales



**Caracterización de Saponinas, Alcaloides y Acido Oxálico en Plantas del
Pastizal en el Municipio Saltillo**

POR:

Kurt Pablo Solis Estrada

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO
DE:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. MARZO 2008

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**Caracterización de Saponinas, Alcaloides y Acido Oxálico en Plantas del
Pastizal en el Municipio Saltillo**

Por:

KURT PABLO SOLIS ESTRADA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL COMITÉ DE TESIS

Dr. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera
PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Miguel Mellado Bosque
Asesor

Dr. Baltazar Gutiérrez Rodríguez
Asesor

Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, MARZO DEL 2008

AGRADECIMIENTOS

A DIOS.

Por haberme permitido a ver llegado hasta estas alturas de mi vida, sin permitir que me llegara a pasar ningún percance, por estar siempre a mi lado e iluminar mi camino cada vez que lo necesitaba, y por haberme dado a tan maravillosa familia.

A mi "Alma Mater".

A mi querida universidad por haberme cobijado y arropado dentro de sus paredes del conocimiento, por permitirme haber vivido momentos muy importantes en la etapa de mi vida.

Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera.

Por darme su apoyo incondicional, amistad, y la confianza, sobre todo la paciencia necesaria para poder haber realizado este trabajo y poder presentarlo.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque.

Por sus sabios consejos durante mi paso por la Universidad, y encontrar a un amigo en el pude confiar incondicionalmente.

Al Dr. Baltazar Gutiérrez Rodríguez.

Por su gran apoyo, dedicación y tiempo invertido en la realización y obtención de los resultados de laboratorio de las muestras analizadas.

De igual forma agradezco la colaboración de la laboratorista Laura Marisela Lara López quien me apoyó en los análisis de laboratorio y en la interpretación de los datos; al ayudante de investigación Jesús Héctor Cabrera Hernández por su apoyo proporcionado; al dibujante Everardo Reyes Lucio y a la Señorita Omega Sosa Guerra a todos ellos mis más sinceros agradecimientos por su disposición de trabajo y amabilidad mostrada.

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado a todas y cada una de las personas que hicieron todo lo posible por su realización y el hecho de apoyarme todo el tiempo con sus consejos y ánimos morales.

A mis padres Pedro Erik y Micaela Estrada Guzman.

Por darme la dicha de poder estar vivo, por haberme apoyado en el transcurso de mi paso por la universidad, y mas que nada a sus sabios consejos que me sirvieron de mucho y por lo cual soy la persona que ahora soy.

A mi hermana Alma Patricia y Familia.

Por su gran apoyo moral y sentimental en todo el lapso de vida que tengo y a ayudarme cada vez que lo necesité.

A mi hermana María Elodia y familia.

Por su comprensión y por el apoyo que me brindo además de los buenos consejos que me dio para la vida.

A mi hermano Pedro Erik.

Gracias a ti hermano por mirar en ti un ejemplo a seguir, por brindarme parte de tu tiempo y de tu vida.

A mi novia Malú.

Por darme ánimos de aliento para seguir siempre para adelante y nunca voltear para atrás por los errores del pasado, por encontrar en ti una amistad muy sincera y honesta y por todos los momentos maravillosos que a tu lado he pasado.

A mis sobrinos Erik Alfredo, Kenia, Patricia Lucero, Farid Alfonso y Kevin.

Gracias por todos los ratos maravillosos que me han brindado, gracias a su cariño y sobre todo a su inocencia y sinceridad.

Al Dr. José Eduardo García Martínez.

Por brindarme su amistad siempre valiosa y sincera, los sabios confesos que siempre me brindaba cuando lo necesitaba y sobre todo por haber aportado en mi formación profesional.

A mi mejor amiga Yadira del Rosario.

Por encontrar en ti a una verdadera amiga en la cual pude confiar siempre en las buenas y en las malas, y siempre ser muy atenta con migo.

A mis amigos los Zacatecanos.

A Sergio Obed (peque), Cesar (la polla), Edgar Francisco (chompitas), Antonio (el pariente) y a Fernando (el garbanzo), por brindarme su amistad y compañerismo en mi paso por la Universidad y apoyarme en los momentos críticos de mi vida.

A mis amigos de la carrera.

Adolfo (arana), Paola, Alberto, Lamberto, Juan Carlos (paygo), Clemente (la chiquilla), Agustín (americanista), Gabriel (el sonso),

A mis compañeros de la carrera.

Luis (archi), Apolinar (changuito), Noe (crespo), Arturo (caballo), Luis Manuel (la larva), Gerardo (el enano), Eusebio, Gabriela, Jerónimo.

Resumen

El presente trabajo se realizó en el Ejido "Providencia", localizado en el km 30 del tramo Saltillo-Derramadero, sobre la carretera Saltillo-Zacatecas. El tipo de vegetación predominante en esta zona es clasificado como pastizal natural con matorral sub inerme con asociación de matorral crasi rosulifolio espinoso. Existen ocho tipos de vegetación predominante en el pastizal natural, entre ellos: a) Matorral Inerme Parvifolio b) Matorral Mediano Sub inerme c) Matorral Crasicaule d) Matorral Crasicaule Espinoso e) Bosque Aciculifolio f) Bosques Escumifolio g) Pastizal Mediano Abierto h) Pastizal Amacollado Arborescente. Asimismo se consideró como objetivo general la caracterización de saponinas, alcaloides y ácido oxálico en plantas del pastizal en el municipio Saltillo, a través de análisis químico y así determinar la presencia de los mismos. Se consideró como hipótesis el que la presencia de saponinas, alcaloides y ácido oxálico en las especies de plantas dependerá de la existencia de las mismas en el potrero, aunado a la estación y/o época del año. En relación a la metodología para la caracterización de Saponinas, Alcaloides y Ácido Oxálico en Plantas del Pastizal en el Municipio Saltillo, se colectaron: hojas, ramas de año y rebrotes, en las diferentes etapas de crecimiento, de las diferentes especies de plantas existentes en el ecosistema en los meses de Febrero, Mayo y Julio de 2007

Para la determinación de la presencia de saponinas, alcaloides y ácido oxálico de las hojas, ramas y rebrotes de las especies vegetales cosechadas en el pastizal se efectuaron análisis de las muestras, en el Laboratorio de Bioquímica en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, para lo cual se contó con el apoyo del Dr. Baltazar Gutiérrez Rodríguez, Jefe de dicho Laboratorio.

Para lo cual se utilizó las técnicas donde se indica por ende en la determinación de la presencia de saponinas se indicó en el laboratorio en milímetros de altura de la espuma.

Asimismo para el contenido de alcaloides en las muestras de plantas se utilizó la reacción con el p-dimetilamino-benzaldehído que caracteriza a los alcaloides como parte del grupo V en la marcha de Bandford

De los resultados obtenidos se concluye que: a) Se observó presencia de saponinas en *Aster spinosis* en mayo y en julio en hojaseñ escobilla y gobernadora, b) Se observó en el muestreo de febrero, la presencia de alcaloides en tres especies de arbustivas; hojaseñ, hierba de San Nicolás, hierba del carbonero y oreja de ratón. Tres en muestreo de mayo y una en muestreo de julio, c) Se observó la presencia de ácido oxálico en cuatro arbustivas en muestreo de febrero, cuatro arbustivas en mayo y tres en julio, d) Se observó la presencia de ácido oxálico en un zacate en julio.

Se recomienda seguir con este tipo de investigación dado las importancias de los datos obtenidos

Palabras clave: caracterización de Saponinas, Alcaloides y Ácido Oxálico en Plantas del Pastizal en el Municipio Saltillo

ÍNDICE

Concepto	Página
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Estructura de los taninos	
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Procedimiento experimental	16
Características de la unidad experimental	16
Metodología para la caracterización de Saponinas, Alcaloides y Acido Oxálico en Plantas del Pastizal en el municipio de Saltillo	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Cuadro 1	24
Cuadro 2	26
Cuadro 3	27
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29

INTRODUCCIÓN

La ganadería trashumante realizada en gran parte de los ejidos por campesinos en el norte de México, aunado al uso múltiple por las diversas especies animal domesticadas y silvestres, existentes en el pastizal, a dado como consecuencia el deterioro del ecosistema. Si bien los caprinos son una especie animal oportunística, no se conoce cual es el efecto de los metabolitos secundarios y/o presencia de taninos o sustancias que le son tóxicas y en que medida, en la dieta animal, sobre ésta base es que se plantea el analizar el efecto por presencia de taninos en la dieta, en este caso de caprinos y ovinos en pastoreo. Lo mencionado justifica el efectuar este tipo de estudios que permitan generar información relativa acerca de la presencia de factores anti nutricional, lo cual a través de la transferencia de tecnología en talleres de capacitación a los productores rurales se les notifique la posible solución a la problemática fuerte que conlleva el consumo de cantidades fuera de lo normal por el consumo animal, el evitar esto, por ende ofrece al productor el incrementar los ingresos por concepto de ventas y otros. Asimismo conlleva el realizar la planeación de programas a favor del desarrollo sustentable del ecosistema, el tipo de investigación planteada es exploratoria dado que NO se ha efectuado en el norte de México estudios referentes a los factores anti nutricionales.

Uno de los principales factores anti-calidad asociado con los de zacates templados del este que se utilizan para praderas es el resultado de los alcaloides encontrados en el pasto Alta fescue infectado de hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*). La relación entre el pasto y el endófito es mutualista, con mayor persistencia y masa de forraje como resultado del endófito. Los alcaloides reducen la tasa de crecimiento, lactación y reproducción del ganado. Los efectos críticos son el resultado de la elevada temperatura corporal y el reducido flujo periférico de sangre que puede ocasionar en necrosis. También ocurren perturbaciones en una variedad de sistemas corporales.

Aunque se reconoce desde las épocas tempranas de la historia la importancia de los forrajes también frecuentemente han sido subestimados y subvaluados, en parte porque a menudo el comportamiento productivo del animal ha fallado en reflejar la calidad aparente del forraje. Los compuestos anti-calidad, obstáculos variados de la calidad, han evolucionado como componentes estructurales y metabolitos secundarios. Ellos incluyen desbalances minerales o pueden ser relacionados a la presencia de insectos o enfermedades. El comportamiento animal y la adaptación se reconocen más y más como aspectos importantes de los factores anti-calidad. Un componente anti-calidad puede reducir el consumo de materia seca, la

digestibilidad de la materia seca o producir en los animales desbalances nutricionales. Ellos pueden actuar directamente como veneno dañando sistemas vitales, producir una reproducción anormal, problemas endocrinológicos, aberraciones genéticas desencadenar respuestas de comportamiento indeseable o suprimir la función inmune incrementando la morbilidad y mortalidad. El impacto económico de los factores anti-calidad en los hatos individuales puede ser devastador pero definible. Los impactos a amplia escala de los factores anti-calidad son más difíciles de estimar. Una pérdida por muerte y reproducción del ganado debido a plantas tóxicas han sido estimadas en \$ 340 millones. Estos ejemplos de pérdidas económicas debido a los factores anti-calidad pueden ser los límites superiores de las pérdidas actuales, pero aun si una pequeña proporción de las pérdidas esperadas fuera eliminada a través de investigación, el pago por estas pérdidas sería extremadamente alto.

Las plantas poseen una amplia variedad de compuestos y formas de crecimiento que son llamadas factores "anti-calidad" porque reducen el valor del forraje y desalienta el apacentamiento de ellas. Los atributos anti-calidad pueden reducir los nutrientes y energía digestibles de la planta o producir efectos tóxicos. Los herbívoros poseen varios mecanismos adaptativos para aminorar los impactos de los factores anti-calidad. Primero, los herbívoros apacientan selectivamente para limitar el consumo de compuestos vegetales potencialmente dañinos. Los animales en apacentamiento dependen de un sistema sofisticado para detectar el valor nutricional o la toxicidad de las plantas relacionando el sabor de la planta con sus consecuencias digestivas positivas o negativas. Las habilidades para seleccionar la dieta aumentan por los patrones adaptativos de consumo que limitan los efectos perjudiciales del alelo químico de la planta, estos incluyen la precaución de probar nuevos alimentos, consumiendo una dieta variada y comiendo plantas de una manera cíclica, intermitente o cuidadosamente regulada. Segundo, los animales en apacentamiento poseen sistemas internos para detoxificar o tolerar la ingestión de fitotoxinas. Los animales pueden expulsar rápidamente el material vegetal toxico después de la ingestión, segregan substancias en la boca o el intestino para hacer inertes a los alelo químicos, dependen de los microbios ruminales para detoxificar los alelo químicos, absorber los fito químicos del intestino y detoxificarlos en los tejidos corporales o desarrollar una tolerancia a los efectos tóxicos de los alelo químicos de la planta. El entendimiento de las habilidades de comportamiento y metabólicas de los herbívoros sugiere varias prácticas de manejo del ganado para ayudar a los animales a contender con las características anti-calidad de las plantas. Estas prácticas incluyen el ofrecer a los animales experiencias apropiadas

durante las primeras etapas de su vida., seleccionar las especies e individuos de ganado mas apropiados, criar animales con los atributos deseados y ofrecer productos nutricionales o farmacéuticos que auxilian en la digestión y detoxificación.

Objetivo general

Caracterizar la presencia de los factores anti nutricionales en las especies vegetales existentes en el pastizal del Ejido Providencia del Municipio Saltillo, a través de análisis químico y así determinar la presencia de los mismos

Objetivos específicos

1. Determinar la presencia de saponinas en las especies vegetales en plantas del pastizal en ejidos del Municipio Saltillo
2. Determinar la presencia de oxalatos en las especies vegetales en plantas del pastizal en ejidos del Municipio Saltillo
3. Determinar la presencia de alcaloides en las especies vegetales en plantas del pastizal en ejidos del Municipio Saltillo

Hipótesis

La presencia de factores anti nutricionales en las especies de plantas dependerá de la existencia de las mismas en el potrero, asimismo, estará en función de la época del año

REVISIÓN DE LITERATURA

Los taninos se hayan en las plantas como polifenoles los cuales pueden tener una gran influencia sobre el valor nutritivo de leguminosas forrajeras. Los taninos se definen como polímeros fenólicos hidrosolubles, que precipitan las proteínas (Haslam, 1989). Sin embargo, muchos fenólicos solubles que tienen una estructura y propiedades químicas análogas a los taninos no precipitan las proteínas. Hay también fenólicos de alto peso molecular que tienen estructuras similares a las de los taninos, pero que no son solubles en agua (Bate-Smith, 1973; Stafford y Cheng, 1980). La definición que se basa únicamente en la capacidad de los polifenoles para precipitar las proteínas es demasiado restrictivo para el análisis del efecto nutricional en este grupo diverso de compuestos en las plantas (Reed, 1995). Horvath (1981) elaboró una definición más amplia: "cualquier fenólico compuesto de suficientemente alto peso molecular que contenga suficientes hidroxilos fenólicos y otros grupos (es decir, carboxilos) para formar eficazmente fuertes complejos con proteínas y otras macromoléculas en virtud de la particulares condiciones ambientales bajo estudio.

Estructura de los taninos

Los taninos suelen subdividirse en dos grupos: Taninos Hidrosolubles (HT) y proantocianidinas (AP). Los taninos Hidrosolubles son ácido galorromano y ésteres de ácido básico de las moléculas que consisten de polioles como los azúcares y fenólicos como catequina. El ácido tánico es el modelo compuesto para este grupo de taninos. Los taninos Hidrosolubles son más susceptibles a enzimáticos y no hidrólisis enzimático de la Autoridad Palestina, y por lo general son más solubles en agua. Los taninos Hidrosolubles son además clasificados de acuerdo a los productos de la hidrólisis (Haslam, 1989; Haslam, 1982). Las antocianidinas más comunes son producidas son cianidina y delfinidina correspondiente de la Procianidina y prodelfinina. Este sistema de clasificación es probable que se convierta en menos útil como más se aprende acerca de la química de taninos. Galatos catequina, que consisten en galorromano ácido esterificados a catequina, tienen propiedades de ambos hidrosoluble y taninos condensados y son tóxicos para algunos rumen bacterias (Mueller-Harvey *et al.*, 1988). Más recientemente, se han descubierto ésteres de ácido galorromano (Porter, 1994). La capacidad de los taninos para formar fuertes complejos con proteínas es el aspecto más importante de los efectos toxicológicos y nutricional (Hagerman y Butler, 1981). La fuerza de estos complejos depende de las características de los

taninos y proteínas (Peso molecular, estructura terciaria, punto iso eléctrico y la compatibilidad de los sitios de unión). Los taninos tienen un gran número de grupos hidroxilos fenólicos libres que forman fuertes lazos con el hidrógeno y las proteínas hidratos de carbono (Haslam, 1989). Los taninos también pueden ser complejos con las proteínas a través de unión hidrofóbica (Oh *et al.*, 1980). Además, los taninos en forma covalente, los lazos con las proteínas a través de la polimerización oxidativa reacciones como resultado de la calefacción, la exposición a los rayos UV radiación, y la acción de la polifenol oxidasa (Reed, 1995).

El limitado entendimiento de los factores que gobiernan la selección de la dieta por herbívoros a dado como consecuencia el realizar estudios que han demostrado la relación entre el comportamiento alimenticio de herbívoros para con algunas plantas y ciertas propiedades físicas y químicas de la misma. Se ha alegado que la palatabilidad de las plantas esta inversamente relacionada a los niveles de metabolitos secundarios (fenoles, taninos, monoterpenos y alcaloides), y propiedades físicas tal como rugosidad de la hoja, y diámetro de tallo, y directamente relacionado a niveles de nutrientes como carbohidratos totales y nitrógeno. Una serie de glicosidos ocurre en plantas de porte alto, las más abundantes de estos serían los glucosinatos (tioglicosidos), los cianoglicosidos, las nitro toxinas alifáticas y los glicosidos cardiacos. Los glicosidos son productos secundarios de las plantas, muchos de los cuales son reconocidos como metabolitos activos o bien alelo químicos que interactúan con otras plantas, microorganismos, insectos (Majak, 1992) y animales (Cheeke, 1995). El papel de estos compuestos incluye la atracción de polinizadores o dispersadores de semillas y la repulsión o inhibición de herbívoros y microorganismos (Rhoades, 1979). La concentración de glicosidos tóxicos en plantas puede afectar de manera significativa a los animales por medio de estrés, tal como déficit de consumo de agua o bien a través de deficiencia de nutrientes en el animal. Otro factores en las plantas, que pueden verse afectados por la presencia de niveles de glicosidos incluye: estado de crecimiento (Adams, 1989), acumulación en tejidos de las plantas (Majak y Pass, 1989), localización ya sea geográfica y/o topográfica y por efectos estacionales de suelo y clima . Muchos de los alimentos disponibles en plantas para los herbívoros en pastoreo son tóxicos cuando estos se consumen en cantidades. Sin embargo los rumiantes seleccionan una dieta apropiada con toxicidad mínima. El significado por el cual, las plantas toxicas son evitadas por los animales para su consumo aun no es claro, pero diferentes pruebas recientes han mostrado que la aversión alimenticia condicionada quizás ente involucrada tales aversiones se han demostrado en

diversas especies animal con la aplicación de drogas eméticas, algunas pruebas han sido conducidas usando compuestos secundarios naturales. A sido aceptado de manera general que los herbívoros seleccionan una dieta la cual maximiza el consumo de nutrientes, mientras que minimiza el consumo de compuestos dañinos en la planta. Una forma de llevar a cabo esto es a través del desarrollo de mecanismos del comportamiento animal los cuales permitan a ellos el reconocer alimentos en base a su nutricionalidad, así como otras propiedades, y seleccionar en contra de estos alimentos, de acuerdo a sus consecuencias positivas o negativas o bien a sus consecuencias post ingestivas. Se a sugerido que la mayor parte de estos comportamientos son aprendidos de los comportamientos de animales adultos (Provenza, 1995), y que en el caso de evasión de los compuestos secundarios potencialmente dañinos de las plantas, los herbívoros desarrollan una aversión condicionada hacia aquellos alimentos que están asociados con las consecuencias toxicas.

De los efectos antinutricionales de las saponinas han sido de manera especial estudiados en la alfalfa, aunque algunos investigadores plantean que las saponinas pueden inhibir la fermentación y síntesis bacteriana en el rumen de las ovejas, pues el sabor de éstas es amargo y reducen la palatabilidad de los alimentos que las contienen.

Los macronutrientes (energía y proteína) y los taninos interactúan para influir en las preferencias de alimentos, por eso los corderos prefieren alimentos altos en macronutrientes, y ellos adquieren preferencias incluso en el caso de los alimentos poco nutritivos como paja, ya que los taninos reprimen la ingesta de alimentos mediante la reducción de la digestibilidad de macronutrientes o bien por causa de enfermedad (Nastis y Malechek, 1981). Los taninos se unen a las proteínas, paredes celulares y las células solubles. La reducción de sustratos microbianos y la actividad enzimático reduce los niveles de amoníaco y volátiles ácidos grasos en el rumen, asimismo, el glicol polietileno (PEG) se une a los taninos e incrementa la disponibilidad de macronutrientes (Makkar *et al.*, 1995), en ovino (Gilboa, 1995), y el ganado (Hannigan y McNeill, 1998).

Los taninos condensados son compuestos fenólicos encontrados en una variedad de leguminosa forrajes (Terrill *et al.*, 1992a) y hojas de los árboles (Kumar y Vaithiyathan, 1990; Silanikove *et al.*, 1994). A baja concentración, algunos taninos condensados pueden conferir ventajas nutricionales a rumiantes mediante la reducción de la degradación de proteínas en el rumen y el aumento de la

corriente de proteínas (Waghorn *et al.*, 1987; McNabb *et al.*, 1996). Otros beneficios incluyen la prevención del timpanismo en el ganado bovino (Waghorn y Jones, 1989) y la reducción del impacto de los nematodos intestinales y larvas de nematodos (Waghorn, 1996). Sin embargo, el aumento de las concentraciones de taninos condensados tiene efectos nocivos sobre el rendimiento de los animales (Terrill *et al.*, 1989; Pritchard *et al.*, 1992). Los taninos condensados obligan a precipitar proteínas en el rumen (Jones y Mangan, 1977), reducir la degradación de proteínas (McNabb *et al.*, 1996), y reducir la absorción fraccional de aminoácidos al llegar al intestino delgado, con lo que baja la digestibilidad y la baja ingesta voluntaria (Reed, 1995; Waghorn *et al.*, 1999).

Glicol polietileno (PEG), reacciona preferentemente con taninos condensados y previene la formación de taninos-complejos de proteínas (Jones y Mangan, 1977). Asimismo no parece afectar la digestión, por lo que se pueden añadir a los piensos o bien por vía oral como medio para la eliminación o prevención de los efectos de taninos (Waghorn *et al.*, 1999).

La pulpa de *Ceratonia silicua* (algarrobo) contiene concentraciones elevadas de los azúcares solubles, así como pectinas, sin embargo, su uso en las dietas de cordero debe ser limitado por su contenido de tanino (Guessous *et al.*, 1989). No se tiene conocimiento de ningún informe en el que PEG se haya utilizado para contrarrestar los efectos de taninos condensados en pulpa de algarrobo o de alimento a las ovejas para determinar los efectos de los taninos condensados sobre la calidad de la carne de rumiantes.

En el caso de los rumiantes estos pueden aprender a preferir y/o buscar piensos específicos sobre la base de su contenido en nutrientes, que podría entonces buscar alimentos que mejor puedan satisfacer sus requisitos de energía y proteína (Burritt y Provenza, 1992).

White (1993) ha argumentado que la obtención de suficientes compuestos que contienen nitrógeno es una restricción mayor para los animales. La proteína puede ser el nutriente limitante en muchos forrajes, en particular en los trópicos (Owen-Smith, 1982), así como la disminución de disponibilidad de proteínas vegetales

Los taninos se producen en muchas especies de plantas, y con frecuencia reprimir mediante la reducción de la ingesta de alimentos o por la digestibilidad causar enfermedad. Los taninos se unen a las paredes celulares y de células solubles (Kumar y Vaithyanathan, 1990; Reed, 1995) y, en el proceso, reducen la

digestión de la proteína y la producción de energía en los subproductos de la fermentación microbiana, como los ácidos grasos volátiles (Robbins *et al.*, 1987; Makkar *et al.*, 1995). La falta de nutrientes, a su vez, afecta negativamente a la preferencia (Villalba y Provenza, 1996, 1997, 1999). La aversión a los taninos también produce efectos que no pueden contabilizarse por la inhibición de la digestión, debido principalmente a esta rápida reducción espectacular en la ingesta de alimentos (Provenza *et al.*, 1994). Ellos son la mejor explicación por lesiones de la mucosa del intestino y de la toxicidad (Kumar y Singh, 1984; Reed, 1995), que son susceptibles de estimular mecanismos eméticos en el sistema nervioso (Provenza *et al.*, 1990, 1994).

Se ha observado en relación a la fuerte respuesta a la suplementación de PEG, ya que se especula que los animales pudieran autorregular su ingesta de alimentos en cuanto se ofrecen taninos. Los animales pueden aprender a consumir alimentos, así como tener soluciones que atenúen los efectos de la ingestión de alimentos.

Los parásitos gastrointestinales (GIP) causan una marcada pérdida en la producción de la ganadería en todo el mundo (Sykes, 1994). El control de parásitos gastrointestinales en rumiantes durante los últimos decenios se ha logrado mediante el uso de fármacos antihelmínticos, aunque el control es cada vez más difícil debido al aumento de la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos comunes, en cabras, ovejas y ganado vacuno (Prichard, 1994; Waller, 1994; Pomroy *et al.*, 2002). Se ha sugerido la variante de parásitos con la utilización de estrategias en forrajes que contengan taninos condensados (TC) (Niezen *et al.*, 1995; Barry *et al.*, 2001; Min *et al.*, 2002b). Parece posible que el consumo de forraje que contenga taninos condensados puede reducir el número y mejorar el rendimiento de los animales a través de mecanismos directos e indirectos. Recientemente se ha determinado *in vitro* e *in vivo* en el ganado en relación a la reducción de las emisiones de metano en los rumiantes que consumen forrajes que contienen bajo o moderados niveles de taninos condensados, (Roth *et al.*, 2001; Woodward *et al.*, 2001, 2002). Los taninos condensados se encuentran en una multitud de plantas en todo el mundo, por lo tanto, si se establece que puede a largo plazo disminuirse la producción de metano por los rumiantes, existe la posibilidad de su generalización del uso y efecto, ya que los efectos de los taninos condensados en los rumiantes varían con el tipo de tanino o fuente vegetal.

Las protoantocianidinas son los polifenoles naturales en las plantas que influyen fuertemente en el valor nutritivo de los forrajes. En general, protoantocianidinas y taninos condensados son sinónimos. Los fotoquímicos prefieren utilizar el término protoantocianidinas porque, éste está más estrechamente relacionado con su estructura química. La mayoría de los nutricionistas usa el término "taninos condensados", porque los taninos se definen como polímeros fenólicos solubles en agua que precipitan las proteínas (Haslam 1989).

La investigación sobre la relación entre la concentración de las proantocianidinas en forrajes y los parámetros de valor nutritivo se ve complicada por la falta de metodología para la cuantificación y el análisis estructural, asimismo su capacidad para formar complejos con proteínas fuertes es el aspecto más importante de su estado nutricional y los efectos tóxicos (Hagerman y Butler 1981). Los forrajes del pastizal usualmente contienen compuestos que también limitan o afectan negativamente a la producción animal. Estos atributos se denominan "anticalidad", ya que restringen la "calidad" de los alimentos de alguna manera, por ello se haya implícita en esta delimitación la idea de que la calidad y la anticalidad son parámetros que se miden por la respuesta animal. El valor de pastoreo de un forraje no puede ser determinado por unos simples análisis o procedimientos de laboratorio, porque el pastoreo de animales posee una variedad de dietas y de mecanismos del metabolismo para así aprovechar los nutrientes de las plantas y superar los efectos negativos de la lucha contra los atributos de calidad. El éxito de la gestión de la ganadería en los pastizales requiere una comprensión del contenido nutricional de la planta y los posibles efectos de los atributos de su calidad. Sin embargo, los manejadores del pastizal también deben estar conscientes de que los herbívoros poseen habilidades en la cosecha de nutrientes y también evitar el consumo de las toxinas.

Por otro lado la lignina se considera un componente de anticalidad de los forrajes debido a su impacto negativo en la disponibilidad de nutrición en plantas fibrosas. Esta se diferencia de la mayoría de las demás clases de anticalidad como componentes en forrajes, ya que se trata de un complejo estructural en lugar de un metabolito secundario. Su evolución en las plantas está principalmente relacionado a la estructura y función de la planta y no como un mecanismo de defensa en contra de otros organismos, también como un componente de la pared celular, la lignina desempeña un papel importante en la morfogénesis, pues las paredes celulares dan la forma estructural a la planta la cual proporciona la arquitectura a los órganos de plantas (Varner y Lin 1989), por otro lado están involucrados

también en el equilibrio de agua, intercambio de iones, el reconocimiento de células, y la protección contra la bióticos (Boudet 1998, Vian 1982).

Cómo eligen sabiamente sus dietas los rumiantes es una cuestión polémica. Por una parte, hay pocas pruebas de que los rumiantes pueden sentir directamente los componentes nutricionales en los alimentos, y es difícil aceptar que el gusto o rechazo de alimentos para permite a los animales seleccionar los alimentos que son nutritivos y evitar también los que son tóxicos. Además, de vez en cuando mueren rumiantes por sobre ingestiones de sustancias (por ejemplo, ciertas plantas tóxicas, cereales). Dado estas observaciones, y la falta de un marco de mecánica comprender la selección de alimentos, es difícil discernir cómo rumiantes puedan ingerir alimentos para satisfacer sus necesidades nutricionales (Rosenthal y Berenbaum 1992).

Jóvenes rumiantes pueden aprender de la madre y los compañeros lo que es y no es apropiado para comer, y esto aparentemente desempeña un papel crítico en la transmisión de la sabiduría nutricional entre las generaciones (Provenza 1994a.). Aprender de la madre aumenta la eficiencia de aprender acerca de los alimentos nutritivos y reduce el riesgo de sobre ingesta de alimentos tóxicos.

También hay pruebas de que la selección de los alimentos implica interacciones entre los sentidos del gusto y el olfato y mecanismos de sentido son las consecuencias de la ingestión de alimentos, tal como, la saciedad (experiencia cuando los animales ingieren las clases y cantidades adecuadas de nutrientes) y malestar (experiencia cuando los animales ingieren los excesos de nutrientes o toxinas o experiencia con déficit de nutrientes (Provenza, 1995).

Si bien muchas de las plantas son de gran valor para la ganadería, un número reducido ya se han convertido en especies de plantas invasoras las cuales amenazan a los ecosistemas (Wade 1997).

La presencia y difusión de especies de plantas invasoras en los pastizales son a menudo síntomas subyacentes de los problemas de manejo que deben ser corregidas antes de un incremento en la población de éstas especies invasoras, lo que permita su control y mejoramiento de pastizales, asimismo, inapropiadas

prácticas de manejo de los pastizales así como los climáticos cambios han contribuido a la alteración de las comunidades de plantas lo que ha acelerado el establecimiento e incremento de plantas invasoras (Hobbs 2000; Sutherst 2000).

Los taninos se hayan extensamente entre las especies herbáceas dicotiledóneas, arbustos y árboles (Haslam 1979), por lo que son ingeridos por muchos mamíferos herbívoros; se considera que la dieta de taninos y proteínas disminuye la digestibilidad de la materia seca en algunos mamíferos (Robbins *et al.*, 1987a); los taninos a veces actúan como una toxina en lugar de un inhibidor de la digestión (Mehansho *et al.*, 1987 a). La diversidad de efectos de los taninos sobre la digestión se debe, en parte a las diferencias en la capacidad fisiológica de los animales a manipular taninos y, en parte, a diferencias en la reactividad química de los diferentes tipos de taninos (Hagerman *et al.*, 1992).

Trabajos recientes han demostrado que son varios los mecanismos utilizados por los animales para contrarrestar los efectos en la digestibilidad por la ingestión de taninos, por ejemplo, los taninos tiene poco efecto sobre la digestibilidad en el intestino por la adaptación en algunos insectos, como la elevación del pH, para inhibir la interacción de los taninos con proteínas (Martin *et al.*, 1985).

La sequía es una situación frecuente y recurrente en los pastizales de occidente, uno de los principales problemas creados por la sequía es el agotamiento de la cantidad y la calidad del forraje disponible para el ganado, así el forraje a menudo limita la disponibilidad de proteína total y proteína bruta y la falta de continuación de crecimiento del forraje no permita una apropiada demanda de forraje lo que puede crear una escasez de forraje pastoreable, dicha podría causar la disminución de la ganadería, el incremento en costos de producción por aplicación de los piensos de emergencia, o una combinación de ellas, aunque se ha utilizado en casos de emergencia el consumo de nopal, cuya finalidad es la disminución de costos por ofrecimiento de henos (Hanselka y Paschal 1990).

La lignina es considerada un componente anticalidad en los forrajes a causa de su impacto negativo en la disponibilidad nutricional de la fibra de las plantas. Esto difiere en la mayoría de otras clases de componentes anticalidad en los forrajes es

que en sus compuestos estructurales son más bien metabolitos secundarios. Esta evolución en las plantas está primeramente relacionada a la estructura de las plantas y su función y no como una defensa de mecanismo como es en otros organismos. Como un componente de la pared celular, la lignina juega un papel importante en morfogénesis. La pared celular forma la estructura arquitectónica de la arquitectura de las plantas que proveen soporte mecánico para los órganos de las plantas (Varner y Lin 1989). La pared celular se haya también involucrada en el balance de agua, intercambio de iones, reconocimiento de las células y la protección para el estrés biológico (Boudet, 1998; Varner y Lin 1989, Vian 1982).

La lignina es un componente integral de la pared celular de las plantas. Esto es el mayor biopolímero que ha evolucionado dentro del reino de las plantas y es generalmente considerada como el segundo compuesto más abundante después de la celulosa en la biosfera (Boudet 1998). La función más importante de la lignina en las plantas es como un componente estructural como se tiende a expandir y la rigidez de la pared celular. Es también muy importante en limitar la pérdida de agua por reducción de la permeabilidad de la pared celular y así impedir organismos externos que causen enfermedades a la planta. (Dean y Eriksson 1992, Zeikus 1980).

La fibra es una entidad nutricional la cual es definida por muchos como una propiedad biológica y en como esta es una composición química (Van Soest *et al.*, 1991). En consideración a los forrajes ha sido tradicionalmente definido como el complejo de nutrientes dietéticos que son relativamente resistentes a la digestión y son lentamente y solamente parcial y solo parcialmente degradados por los herbívoros (Chesson y Forsberg 1988; Van Soest 1982). De acuerdo a esta definición la fibra está compuesta de polisacáridos estructurales proteína celular y lignina, el principal papel de la lignina anticelulosa en los forrajes está en la limitación de la digestión de los polisacáridos estructurales celulosa y hemicelulosa. (Hatfield *et al.*, 1999, Moore y Hatfield 1994). La lignificación controla la cantidad de fibra que debe ser digerida y por lo tanto tiene un directo y a menudo impacto importante en la energía digestible que es el valor del forraje (Jung y Allen 1995).

Un diverso arreglo de glicosidos tóxicos ocurre en plantas mayores como la más abundante de estos son los glucosinolatos (tioglicosidos). Los glicosidos cianogénicos, las nitro toxinas alifáticas y los glicosidos cardiacos los glicosidos son productos secundarios en las plantas, muchos de los cuales son reconocidos como metabolitos activos o alelo químicos que interactúan con otras plantas,

microorganismos, insectos, y animales. El papel de estos compuestos incluye la atracción de insectos polinizadores o dispersores de semillas así como la repulsión o inhibición de herbívoros y microorganismos (Maricle *et al.*, 1996). Las concentraciones de glicosidos tóxicos en las plantas pueden ser significativamente afectadas por estrés fisiológico, tal como déficit de agua o déficit de nutrientes. Otros factores que pueden afectar los niveles de glucósidos influye el estado de crecimiento, acumulación en tejidos específicos en las plantas, localización geográfica o topográfica y efectos estacionales de suelo y clima (Majak 2001). Los glicosidos son alcoholes conjuros formados cuando la función alcoholica de la adición de aglicones a una azúcar tal como D-glucosa. La actividad biológica de los glicosidos es usualmente determinada por la naturaleza química del aglicon, el cual es de una porción de no azúcar de la molécula (Cheeke, 1998)

La calidad de un forraje es la evaluación colectiva de la habilidad de las plantas para contribuir al crecimiento y producción de los animales en pastoreo.

El forraje en los pastizales usualmente también contiene compuestos que limitan o afectan adversamente la producción animal. Estos atributos son denominados anticalidad debido a que ellos restringen la calidad del forraje de alguna manera. Esta implícito en esta definición la idea de que los parámetros calidad y anticalidad son medidos por la respuesta animal. El valor de pastoreo de un forraje específico no puede ser determinado por pocos y/o simples procedimientos de laboratorio debido a que el pastoreo animal posee una amplia variedad de mecanismos de consumo de la dieta y metabólicos para explotar los nutrientes de las plantas y sobrentender el efecto negativo de los atributos del anticalidad. Sucesivamente el manejo de pastoreo en pastizales requiere un sobre entedimiento del contenido nutricional de las plantas y el efecto potencial de los atributos de su anticalidad. Sin embargo los manejadores deben también estar consientes de las reacciones de los herbívoros poseen para cosechar nutrientes y evitar toxinas (Provenza, 1995). Los animales también limitan su consumo de toxinas por selección de plantas y partes de plantas de relativamente bajas concentraciones de toxinas (Provenza 1995; Pfister 1999). Como los animales prueban la calidad o toxicidad de los forrajes ha sido un área muy activa de investigación desde hace más de tres décadas es ahora claro que los animales adquieren valor de forrajero relacionándolo con el sabor de las plantas a consecuencias positivas o negativas digestivas (Provenza, 1995). Las decisiones de pastoreo están basadas en una serie de consecuencias interrelacionadas y acumulativas de consumo. Los atributos químicos y estructurales dictan sus consecuencias digestivas debido a que ellos agrupas la energía potencial digestible, cosecha de nutrientes, o toxicidad de las

plantas. Las habilidades de digestión y de toxificación de los animales en pastoreo y de sus simbioses microbiales determinan la actual cosecha de nutrientes, energía, o toxinas, los resultados de esta interacción planta-animal determina la palatabilidad de los forrajes o valor hedónico (sensación placentera o desagradable experimentada a través del tacto y sabor). El pastoreo animal tiende a consumir nuevos alimentos que son similares a los alimentos preferidos y evita nuevos alimentos que son similares a los alimentos que les disgustan (Provenza *et al.*, 1999). Cuando una planta es comida esta provee una retroalimentación durante la digestión del metabolismo (García, 1989). Las preferencias de pastoreo también dependen del estatus nutricional del animal, cuando necesitan de un alimento nutricional alto tienden a preferir alimentos que contienen también nutrientes altos en alto contenido los cuales cuando son satisfechos sus preferencias de clima por ejemplo cuando los borregos se alimentan de dietas con inadecuadas cantidades de sodio energía o proteína muestran una fuerte preferencia por alimentos con alto contenido en sodio , energía, o proteína respectivamente (Villalba y Provenza, 1996; 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento Experimental

El presente trabajo se realizó en el Ejido "Providencia" del Municipio Saltillo, ubicados a 27 y 32 Km. al sureste de la ciudad de Saltillo, rumbo a Derramadero.

Características de la Unidad Experimental

Localización geográfica: Se encuentra al sur en el municipio de Saltillo, Coahuila a 34 Km. por la carretera #54, Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas en el Km. 319 y por el camino de terracería que va hacia el ejido "La Hedionda" se recorren 14 Km. Las coordenadas geográficas son; 100°58'07" y 101°04'14" de longitud W y entre los 25°02'12" y 25°08'51" latitud N (DETENAL, 1970; Escobar, 1990)

El ejido "Providencia" se encuentra ubicado en la región del cañón de Derramadero, perteneciente al municipio de Saltillo. La capital del Estado de Coahuila, Saltillo, es uno de los polos mas representantitos de la entidad, porque absorbe un número considerable de poblaciones y la mayor parte de las actividades económicas, tanto industriales como comerciales.

El municipio de Saltillo se encuentra al Sureste del Estado; colinda al Norte con el de Ramos Arizpe; al noroeste, con el de Gral. Cepeda; al Oeste, con el de Parras. Saltillo se encuentra entre los meridianos 100° y 101° longitud Oeste, los paralelos 24° y 25° longitud Norte; la altitud es de 1559 msnm. Su extensión territorial es de 6837 km². La población total en el municipio de Saltillo, en 1980 fue de 335,348 hab., de los que 88.6% pertenecen a la zona urbana y 11.4% a la rural.

El cañón de Derramadero se extiende por el municipio de Saltillo y General Cepeda; nuestro estudio será basado únicamente en el ejido "Providencia". Este ejido esta ubicado a 28 km. Al Suroeste de la ciudad de Saltillo, de los cuales 19 Km. son de la carretera federal N° 54 y 9 Km. de la carretera que va a General Cepeda. Las colindancias del ejido Providencia son las siguientes:

Al Norte con el ejido San José de la Joya.

Al Sur con el ejido Agua Nueva.

Al Este con la pequeña propiedad El Padrino.

Al Oeste con el ejido San Juan de la Vaquería.

Al Noreste con la pequeña propiedad El Roble y El Padrino.

Al noroeste con la pequeña propiedad El Sufridero y el ejido San Juan de la Vaquería.

Al Sureste con la pequeña propiedad El Padrino.

Al Suroeste con el ejido San Juan de la Vaquería.

(Escobar, 1990)

Topografía: La altitud dentro del rancho en sus diversos potreros oscila entre los 2100 a 2400 msnm., esto es, de las partes altas a las más bajas (Figura 2). La superficie total de este predio es de 6184 Ha divididas en 20 potreros de diferentes dimensiones (Figura 3), de una manera general la superficie del rancho está comprendida de aproximadamente por 35% de sierra, 10% de lomeríos y 55% de valles (Arredondo, 1981; Escobar, 1990).

Topografía y tipo de vegetación.

La pendiente del suelo del ejido Providencia, va de Sur a Norte, destacando las partes más altas en el Sur (sierras); la altitud fluctúa, según el CETENAL (1976), de 1900 a 3000 (fig. 2). Según la Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (1976), el área que comprende el ejido Providencia, consta de los siguientes tipos de vegetación: bosque aciculifolio, pastizal amacollado arborescente, bosque escuamifolio, matorral crasicale, pastizal mediano abierto y matorral inerme parvifolio. En años de precipitación pluvial normal y en base a la vegetación nativa, la producción de los tipos de vegetación mencionados, fluctúa entre 169 y 365 Kg. /ha; el coeficiente de agostadero oscila entre 21 y 29 ha/animal. (Cuadro Num. 1).

Geología: Sus características principales; zona de rocas sedimentarias, con preponderancia de rocas calcáreas en las colinas y suelos aluviales en el valle. (Serrato y col., 1983).

La estructura geológica más importante es el anticlinal de Carneros, se estima tiene un rumbo este-oeste, con recumbencia hacia el norte. Las formaciones más recientes y que se depositan en las depresiones (sinclinales) que se forman entre los anticlinales, se encuentran cubiertas por aluvi3n (Medina y De la Cruz, 1976; Escobar, 1990).

La clasificaci3n geol3gica de los suelos del ejido Providencia, seg3n el Centro de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1976), es la siguiente: feozem rendzinas, litosoles y xerosoles (fig. 1). Los suelos feozem, se caracterizan por poseer color oscuro, un horizonte A m3lico y son calc3reos entre 20 y 25 cm de profundidad. Las rendzinas poseen un horizonte A m3lico que esta inmediato sobre el material calc3reo con un equivalente de carbonato de calcio de m3s de 40%. Los suelos litosoles son poco profundos y con roca dura continua dentro de los 10 cm de profundidad. Los suelos xerosoles tienen un horizonte A 3crico, d3bil; poseen salinidad baja y permafost dentro de 200 cm de profundidad (Escobar, 1990)

Suelos: Los suelos de los valles se caracterizan por ser aluviales, se estima que existe una variaci3n en la profundidad de estos desde 2 hasta 25 metros aproximadamente. Los suelos que se hallan en las laderas y pie de montes son coluviales y los de los llanos son diferentes, esto es debido a que el agua percolante tiene una movilizaci3n de una manera lateral y no a trav3s del perfil del suelo mismo en forma perpendicular; por ello son los m3s susceptibles a la erosi3n. As3 mismo los suelos que se ubican en la parte alta de la sierra que corresponden al tipo de vegetaci3n del bosque pi3onero, por sus caracter3sticas propias, son suelos forestales con altos contenidos de materia org3nica y humus (Sierra, 1980).

Los suelos se hallan dentro de la clasificaci3n cerozem, de origen aluvial de una profundidad somera a profunda (0 a 25 cm). La textura esta entre el rango de franco-arenosa a franco-limosa con estructura laminar, tiene una consistencia ligeramente dura a dura, color gris claro y gris claro en h3medo. El contenido de pedregosidad es aproximadamente de 0-10% y rocosidad de 0-12%, as3 tambi3n

existen áreas donde la roca madre llega a aflorar en a la superficie (COTECOCA-SARH, 1979).

Hidrología: En el área experimental no existen corrientes superficiales permanentes. El grado de erosión en las laderas de las sierras no es muy alto, pues si bien hay cárcavas no son estas profundas, debido tal vez a que la pendiente no es pronunciada y así mismo a una adecuada cubierta vegetal existente.

Clima: Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García en 1973, las características climáticas para el área de estudio en el rancho le corresponde la fórmula siguiente: BSkW (é)

BS: Es el más seco de los BS (seco o estepario, dividido en dos sub tipos según el tipo de humedad) con un cociente P/T menor de 22.9.

k: Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 18 y 22 C°.

W: Régimen de lluvias en verano por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, (é) Oscilación de temperatura mayor de 14°C, el cual se designa muy extremo.

El tipo de clima que caracteriza a la zona geográfica donde se ubica el ejido Providencia, fue tomado de la estación de General Cepeda, municipio del mismo. Este clima es del tipo Bshw"(e´). Es un clima seco semi calido, con invierno muy extremo, con lluvias de verano y sequía corta en temporada lluviosa (canícula) y escasa precipitación invernal (Escobar, 1990)

Vegetación: La vegetación ha sido reportada por (Sierra, 1980; Arredondo, 1981)

Matorral Inerme Parvifolio

Las especies que caracterizan este sitio son: gobernadora (*Larrea tridentata*), palma china (*Yucca filifera*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), comida de víbora (*Ephedra pedunculata*), lechugilla (*Agave lechugilla*), espadín (*Afalcata sp*), sotol (*Dasyllirion cedrosanum*), coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) y tatalencho (*Selloa glutinosa*)

Matorral Mediano Subinerme

Las especies que caracterizan este sitio son: gobernadora (*Larrea tridentata*), mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia farnesiana*), calderota (*Krameria ramosissima*), anacahuita (*Cordia boissieri*), caparro prieto (*Acacia rigidula*), granjero (*Celtis spinosa*), chaparro amargoso (*Castela texana*), y crucilla (*Condalia viridis*).

Matorral Crasicaule

Esta comunidad vegetal se caracteriza por el nopal kakanapo (*Opuntia lindheimeri*).

Matorral Crasicaule Espinoso

En este sitio se encuentran las siguientes especies: lechugilla (*Agave lechugilla*), caparro prieto (*Acacia rigidula*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), guapilla china (*Hechtia glomerata*), palma pita (*Yucca filifera*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), maguey cenizo (*Agave asperrima*), cosahui (*Caliandra eriophylla*), guayule (*Parthenium argentatum*) y nopales (*Opuntia spp.*).

Bosque Aciculifolio

Las especies que caracterizan este sitio son: pino piñonero (*Pinus cembroides*), pinos (*Pinus spp.*), encinos (*Quercus spp.*) y palma china (*Yucca filifera*).

Bosques Escuamifolio

Las especies de esta área son: enebros (*Juniperus sp.*), lantrisco (*Rhus sempervirens*), lechuguilla (*A. lechuguilla*), maguey cenizo (*Agave asperrima*) y nopales (*Opuntia spp.*).

Pastizal Mediano Abierto

Las gramíneas que caracterizan este sitio son los zacates: navajita azul (*Bouteloua gracilis*), pelillo (*Muhlenbergia repens*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*), zacate temprano (*Setaria macrostachya*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*), zacate burro (*Scleropogon brevifolius*), flechilla (*Stipa cornata*), zacate borreguero (*Tridens pulchellus*), tridentata gigante (*T. grandiflorus*), amor (*Eragrotis spp.*), tres barbas (*Aristida spp.*) y zacaton alcalino (*Sporobolus giroides*).

Pastizal Amacollado Arborescente

Las especies vegetales que caracterizan esta asociación son: navajita azul (*Bouteloua gracilis*), navajita velluda (*B. hirsuta*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*), zacate liendre de toro (*Muhlenbergia spp.*), zacate colorado (*Heteropogon contortus*), zacate lobero (*L. phleoides*), zacate flechilla (*Stipa spp.*) y zacate gigante (*L. dubia*).

Cuadro N°1.- Tipos de vegetación, producción de forraje y coeficiente de agostadero en el ejido "PROVIDENCIA".

TIPOS DE VEGETACION	PROD. FORRAJE (Kg.)	COEF. AGOST. (has)
Matorral inerme parvifolio	230.140	22.40
Matorral mediano Subinerme	172.866	28.49
Matorral crasicaule	283.861	17.35
Matorral crasicaule espinoso	169.000	29.00
Bosque aciculifolio	181.140	27.10
Bosque escuamifolio	232.000	21.00
Pastizal mediano abierto	365.085	13.49
Pastizal amacollado arbores.	268.979	18.31

Fuente: SARH. Determinación de Coeficientes de Agostadero del Estado de Coahuila, 1976.

Infraestructura: Esta es de gran calidad ya que es de postes de tubo y 4 hilos de alambre de púa, en algunas cercas interiores hay postes de madera; en la mayoría

de los potreros se cuenta con saladeros bebederos y aguaje. Para manejo de ganado en poca cantidad existe un corral de manejo entre las pastas 5 y 6, se cuenta con una bodega con capacidad aproximada de 40x20x7 m., dos casas habitación y una para visitas de estudiantes y otros.

Sitio de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el Ejido Providencia en el municipio Saltillo el cual se presta para el propósito de la investigación que nos ocupa.

Metodología para la caracterización de Saponinas, Alcaloides y Acido Oxálico en Plantas del Pastizal en el Municipio Saltillo

Se colectaron: hojas, ramas de año y rebrotes, en las diferentes etapas de crecimiento, de las diferentes especies de plantas existentes en el ecosistema en los meses de Febrero, Mayo y Julio de 2007

Para la determinación de la presencia de saponinas, alcaloides y acido oxálico de las hojas, ramas y rebrotes de las especies vegetales cosechadas en el pastizal se efectuaron análisis de las muestras, en el Laboratorio de Bioquímica en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, para lo cual se contó con el apoyo del Dr. Baltazar Gutiérrez Rodríguez, Jefe de dicho Laboratorio.

Para lo cual se utilizó las técnicas donde se indica por ende en la determinación de la presencia de saponinas se indicó en el laboratorio en milímetros de altura de la espuma.

Asimismo para el contenido de alcaloides en las muestras de plantas se utilizó la reacción con el p-dimetilamino-benzaldehido que caracteriza a los alcaloides como parte del grupo V en la marcha de Bandford

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el muestreo del mes de febrero 2007, la presencia de saponinas fue negativa, por otro lado en este muestreo se observó que de cuatro plantas del pastizal aparecen con contenidos de alcaloides fuera de lo normal. La hierba del carbonero fue el mayor contenido de alcaloides (520 mg), seguido de hojásén (470 mg), después oreja de ratón (435 mg) y por último hierba de San Nicolás (400 mg). En relación al contenido de ácido oxálico se obtuvo que cinco plantas del pastizal contienen cifras fuera de lo normal; Hierba de San Nicolás (1.544 mg), hierba del gato (1.436 mg), hojásén (1.194 mg) y por último cedro blanco (1.184 mg).

Es interesante haber determinado la presencia en miligramos fuera de lo normal con lo cual se determina la significancia de la presencia de estos tóxicos así por ejemplo el Hojásén en la literatura sea enlistado como un a planta muy toxica en la época de floración que es cuando se asume que existe mayor cantidad de tóxicos en esta especie (Rodríguez 2004).

Caso similar se observa en la presencia del acido oxálico en la Hierba de San Nicolás con el mayor contenido de acido oxálico(1.544 mg), seguida por la especie Hierba del gato con (1.436 mg), situación interesante en la cual aparece el Cedro blanco como una de las 5 plantas de mayor contenido de este (1.398 mg) y por ultimo asi como en el caso anterior de la presencia de alcaloides en el Hojásén presenta también uno de los mayores contenidos de acido oxálico, forrajes (González y Coward, 1977), concluyen que cuatro factores provocan intoxicación en los animales, uno de ellos es la presencia de oxalatos en los mismos (cuadro 1).

Cuadro 1. Presencia de saponinas, alcaloides y ácido oxálico en 20 especies de plantas del pastizal, muestreo de Febrero 2007, en el Ejido Providencia del municipio Saltillo

Especie		Saponinas	Alcaloides			Ac. Oxálico
			rojo	verde	azul	
<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	(-)	124	470	0	1.194
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	(-)	100	365	0	0.721
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Hierba de san Nicolás	(-)	112	400	0	1.544
<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	(-)	83	142	0	0.591
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	(-)	64	81	0	0.734
<i>Mimosa zygophyla</i>	Gatuño	(-)	73	98	0	0.105
<i>Berberis trifoliolata</i>	Agrito	(-)	79	91	0	0.532
<i>Gymnosperma glutin</i>	tatalencho	(-)	71	120	0	2.15
<i>Rhus microphyla</i>	Agrito, correoso	(-)	108	258	0	0.671
<i>Pappophorum vaginatum</i>	Zac. Barba blanca	(-)	108	370	0	1.822
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	(-)	103	234	0	1.184
<i>Cupressus arizonica</i>	Cedro blanco	(-)	105	290	0	1.398
<i>Lindleya mespiloides</i>	Barreta negra	(-)	90	173	0	0.649
<i>Baccharis pronioides</i>	H. del carbonero	(-)	134	520	0	1.822
<i>Thymophylla setifolia</i>	Parraleña	(-)	120	300	0	0.538

	peluda					
<i>Aristida curvifolia</i>	Zac. Tres barbas	(-)	104	280	0	0.831
<i>Tiquilia canescens</i>	Oreja de ratón	(-)	130	435	0	0.844
<i>Gutierrezia sarothra</i>	H. de la vibora	(-)	113	355	0	0.581
<i>Croton dioicus</i>	Hierba del gato	(-)	110	298	0	1.436
<i>Juniperus monosper</i>	Enebro	(-)	73	84	0	0.728

Para este muestreo de mayo de 2007 se tuvo la presencia de saponinas en una sola planta (*Aster spinosis*).

En relación a la presencia de alcaloides se encontró los cuatro mayores contenidos en el agrito (420 mg), con una cantidad similar de (420 mg) se observó a la trompetilla seguido de el *Aster spinosis* con (365 mg).

Es menester mencionar nuevamente la presencia del mayor contenido de ácido oxálico en la especie de agrito (1.638 mg), así mismo la presencia en la especie de planta *Calliandra eriophylla* (1.408 mg) contrastando con la presencia de ácido oxálico en una cantidad de (1.324 mg) en *Opuntia* Spp. Es resaltante la presencia de la formación de gelatina en la muestra de la planta conocida como pincel indio lo cual deberá considerarse como prospectiva a investigación. Barker y Caradus, (2001), menciona que si bien existen especies forrajera nativas del pastizal que son de un valor forrajero adecuado, éstas llegan a acumular sustancias detrimenales tal como oxalatos, nitratos o saponinas, como es el caso de zacates nativos (cuadro 2)

Cuadro 2. Presencia de saponinas, alcaloides y ácido oxálico en 17 especies de plantas del pastizal, muestreo de Mayo 2007, en el Ejido Providencia del municipio Saltillo

		Saponinas		Alcaloides		Ac. Oxálico
--	--	-----------	--	------------	--	----------------

Nombre técnico	Nombre común		rojo	verde	azul	
<i>Quercus intricata</i>	Charrasquillo	(-)	109	294	0	0.323
<i>Calliandra eriophylla</i>	Cabellitos, Cosahui	(-)	121	284	0	1.408
<i>Thymophyllas etifolia</i>	Parraleña peluda	(-)	104	190	0	1.006
<i>Verbena ciliata</i>	Moradilla	(-)	120	335	0	0.902
<i>Leptochloa dubia</i>	Zacate gigante	(-)	68	93	0	1.304
<i>Aster spinosis</i>		(+)	134	365	0	0.700
<i>Mimosa zygophylla</i>	Gatuño	(-)	78	90	0	0.381
<i>Gutierrezia sarothrae</i>	H. de la vivora	(-)	139	325	0	1.016
<i>Ageratina wrightii</i>		(-)	122	325	0	1.194
<i>Aristida curvifolia</i>	Zac. Tres barbas picoso	(-)	86	113	0	0.934
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Junco	(-)	110	250	0	1.316
<i>Berberis trifoliolata</i>	Agrito	(-)	130	420	0	1.638
<i>Castilla lanata</i>	Pincel indio	(-)	72	75	0	2.055
<i>Bunddlea scordioides</i>	Suelda	(-)	106	260	0	0.358
<i>Opuntia spp.</i>		(-)	88	142	0	1.324
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	(-)	120	420	0	0.593
<i>Chrysactinia mexicana</i>	Hierba de San Nicolás	(-)	59	51	0	1.772

Para el muestreo del mes de julio del 2007 se observa la presencia de diferentes especies de plantas en el pastizal se asume es debido a la época de crecimiento de la estación de primavera, resulta también interesante la presencia de saponinas en dos especies de arbustivas; hojasen y gobernadora. Así mismo se observó cantidades significantes de alcaloides en *Artostaphylos uva-ursi* (500 mg) y de *Andropogon virginicus* (445 mg). Por último se observó un alto contenido de ácido oxálico en agrito (1480 mg), zacate tres barbas (1.196 mg) y zacate banderita (1.008 mg), (cuadro 3).

Cuadro 3. Presencia de saponinas, alcaloides y ácido oxálico en 24 especies de plantas del pastizal, muestreo de Julio 2007, en el Ejido Providencia del municipio Saltillo

Nombre técnico	Nombre común	Saponinas	Alcaloides			Ac. Oxálico
			rojo	verde	azul	
<i>Andropogon virginicus</i>		(-)	150	445	0	1.858
<i>Opuntia rastrera</i>	Nopal	(-)	84	90	0	0.314
<i>Aristida longiseta</i>	Zac. Tres Barbas	(-)	121	288	0	1.196
<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	(+)	100	113	0	1.426
<i>Clematis drummondii</i>	Barbas de chivo	(-)	114	276	0	1.528
<i>Asphodelus fistulosus</i>	Cebollín	(-)	175	510	0	2.280
<i>Aloysia gratissima</i>	Jazmincillo	(-)	114	360	0	1.626
<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	(-)	99	131	370	0.716
<i>Gutierrezia Sarothrae</i>	Escobilla	(+)	120	242	380	0.519
<i>Bouteloua uniflora</i>		(-)	176	345	380	0.998
<i>Artostaphylos uva-ursi</i>		(-)	148	500	390	0.716

<i>Mimosa zygophylla</i>	Gatuño	(-)	134	335	390	0.547
<i>Rhus microphyla</i>	Agrito, correoso	(-)	147	400	390	1.480
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Zacate banderita	(-)	145	355	390	1.008
<i>Chrisactinia mexicana</i>	Hierba de San Nicolás	(-)	105	272	390	0.935
<i>Flourensia cernua</i>	Hojasén	(+)	66	61	268	0.879
<i>Ageratina wrightii</i>		(-)	132	184	395	0.796
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	(+)	156	360	395	2.540
<i>Dalea bicolor</i>	Engorda cabra	(-)	138	262	395	0.615
<i>Amph. dracunculoides</i>		(-)	165	55	400	1.818
<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla loca	(-)	131	232	400	0.897
<i>Tiquilla Canescens</i>	Oreja de raton	(-)	100	100	400	0.931
<i>Berberis trifoliolata</i>	Agrito	(-)	156	310	425	1.152
<i>Tiquilla canescens</i>	Oreja de ratón	(-)	130	133	475	1.112

CONCLUSIONES

1. Se observó presencia de saponinas en *Aster spinosis* en mayo y en julio en hojasen escobilla y gobernadora
2. Se observó en el muestreo de febrero, la presencia de alcaloides en tres especies de arbustivas; hojasen, hierba de San Nicolas, hierba del carbonero y oreja de ratón. Tres en muestreo de mayo y una en muestreo de julio
3. Se observó la presencia de ácido oxálico en cuatro arbustivas en muestreo de febrero, cuatro arbustivas en mayo y tres en julio
4. Se observó la presencia de ácido oxálico en un zacate en julio

LITERATURA CITADA

- Adams, D.C., R.B. Staigmler, and B.W. Knapp. 1989. Beef production from native and seeded Northern Great Plains ranges. *J. Range Manage.* 42:243-247.
- Barker D J, J R Caradus (2001) Adaptation of forage species to drought. In: *Abiotic Constrains to Forage Production from Grassland. XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil. 11-21 de Febrero de 2001. pp:241-246.*
- Barry, T. N., D. M. McNeill, and W. C. McNabb. 2001. Plant secondary compounds; their impact on nutritive value and upon animal production. Page 445-452 in: *Proc. XIX Int. Grass. Conf., Sao Paulo, Brazil.*
- Bate-Smith, E. C. 1973. Tannins in herbaceous leguminosae. *Phytochemistry* 12:1809-1812.
- Boudet, A. M. 1998. A new view of lignification. *Trends in Plant Sci.* 3:67-71.
- Burritt, E. A., and F. D. Provenza. 1992. Lambs form preferences for nonnutritive flavors paired with glucose. *J. Anim. Sci.* 70:1133.
- Cheeke, P.R. 1995. Endogenous toxins and myco-toxins in forage grasses and their effect on livestock. *J. Anim. Sci.* 73:909-918.
- Cheeke, P.R. 1998. *Natural toxicants in feeds, forages, and poisonous plants.* 2nd ed. Interstate Publ., Inc., Danville, Ill.
- Chesson, A., and C. W. Forsberg. 1988. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. p. 251-284. *In: P. N. Hobson (ed.) The rumen microbial system.* Elsevier Applied Sci., New York, N.Y.
- Dean, J.F.D. and K.E. Eriksson. 1992. Biotechnological modification of lignin structure and composition in forest trees. *Holzforschung* 46:135-147.
- Escobar, P.R.C. 1990. *Las instituciones de gobierno en los proyectos para cultivos agropecuarios en el ejido Providencia, municipio Saltillo Coahuila (1971-1988).* Tesis Licenciatura UAAAN. Departamento Desarrollo Rural. Division Ciencias Socioeconómicas 47 pp.
- Garcia, J. 1989. Food for Tolman: Cognition and cathexis in concert. p. 45-85. In: T. Archer and L. Nilsson (eds.) *Aversion, avoidance and anxiety.* Erlbaum. Hillsdale, N.J.

- 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.
- Guessous, F., N. Rihmani, A. Kabbali, and W. L. Johnson. 1989. Improving feeding system for sheep in a Mediterranean rain-fed cereals/livestock area of Morocco. *J. Anim. Sci.* 67:3080-3086.
- Hagerman, A. E. and L. G. Butler. 1981. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. *J. of Biol. Chem.* 256:4494-4497.
- Hagerman, A.E., C.T. Robbins, Y. Weerasuriya, T.C. Wilson, and C. Mcarther. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *J. Range. Manage.* 45:57-62.
- Hannigan, N. A., and D. M. McNeill. 1998. Cattle preference for two genotypes of fresh leucaena following the manipulation of their tannin content with polyethylene glycol. *Proc. Anim. Soc. Anim. Prod.* 22:401.
- Hanselka C.W. and J.C. Paschal. 1990. Prickly pear cactus: an important rangeland resource. *Texas Agric. Exp. Sta. Prog. Rept.* 4859. Texas A&M University. College Station, Tex. 141-143.
- Haslam, E. 1979. Vegetable tannins, p. 475-523, In: T. Swain, J.B. Harborne, and C.F. VanSumere (eds.) *Biochemistry of plant phenolics (Recent Advances in Phytochemistry)*. Plenum Press, New York.
- Haslam, E. 1982. Proanthocyanidins. In: J. B. Harborne and T. J. Mabrey (Ed.) *The Flavonoids: Advances in Research*. Chapman and Hall, London.
- Haslam, E. 1989. *Plant Polyphenols-Vegetable Tannins Revisited*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Hatfield, R.D., J. Ralph, and J.H. Grabber. 1999. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. *Crop Sci* 39:27-37.
- Hobbs, R.J. 2000. Land-use changes and invasions. p. 55-64. *In: H.A. Mooney and R.J.*
- Horvath, P. J. 1981. The nutritional and ecological significance of Acer-tannins and related polyphenols. M. S. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY.
- Jones, W. T., and J. L. Mangan. 1977. Complexes of the condensed tannins of sain foin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with sub maxillary mucoprotein and their reversal by polyethylene glycol and pH. *J. Sci. Food Agric.* 28:126-136.

- Jung, H.G. and M.S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2774-2790.
- Kumar, R. and M. Singh. 1984. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *J. Agr. Fd. Chem.* 32:447-459.
- Kumar, R., and S. Vaithyanathan. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. *Anim. Feed Sci. Technol.* 30:21-38.
- Launchbaugh, K.L. and F.D. Provenzn. 1993. Can plants practice mimicry to avoid grazing by mammalian herbivores? *Oikos* 66:501-506.
- Majak, W. 1992. Biotransformation of toxic glycosides by ruminal microorganisms, p. 86-103. *In: R.F. Keeler, N.B. Mandava, and A.T. Tu (eds.), Natural toxins: toxicology, chemistry and safety.* Alaken Inc., Fort Collins, Colo.
- Majak, W. and M.A. Pass. 1989. Aliphatic nitro compounds, p. 144-159. *In: P.R. Cheeke (ed.), Toxicants of Plant Origin, Vol. II Glycosides.* CRC Press Inc., Boca Raton, Fla.
- Majak, W. and M.H. Benn. 2001. Glycosides, p. 299-349. *In: Y.H. Hui, R.A. Smith, D.G. Spoerke (eds.), Food borne disease handbook, Vol. 3, Plant Toxicants.* Marcel Dekker Inc., New York, N.Y.
- Makkar, H. P. S., M. Blummel, and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implications in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *Br. J. Nutr.* 73:897-913.
- Maricle, B., J. Tobey, W. Majak, and J.W. Hall. 1996. Evaluation of clinicopathological parameters in cattle grazing timber milk vetch. *Can. Vet. J.* 37:153-156.
- Martin, M.M., D.C. Rockbolm, and J.S. Martin. 1985. Effects of surfactants, pH and certain cations on precipitation of proteins by tannins. *J. Chem. Ecol.* 11:485-494.
- McNabb, W. C., G. C. Waghorn, J. S. Peters, and T. N. Barry. 1996. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; rubisco) protein in the rumen and the sites of rubisco digestion. *Br. J. Nutr.* 76:535-549.

- Mehansho, H., D.K. Ann, L.G. Butler, J.C. Rogler, and D.M. Carlson. 1987a. Induction of proline-rich proteins in hamster salivary glands by isoproterenol treatment and an unusual growth inhibition by tannins. *J. Biol. Chem.* 262: 12344-I 2350.
- Min, B. R., W. Pomroy, S. Hart, and T. Sahlu. 2002b. The effect of forage condensed tannins on gastrointestinal parasite infection in grazing whether goats. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl. 1):31. (Abstr.).
- Moore, K.J. and R.D. Hatfield. 1994. Carbohydrates and forage quality. p. 229-280. In G. C. Fahey, Jr. (ed.) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisc.
- Mueller-Hal-vey, I., A. B. McAllan, M. K. Theodorou, and D. E. Beaver. 1988. Phenolics in fibrous crop residues and plants and their effects on digestion and utilization of carbohydrates and proteins in ruminants. In: J. D. Reed, B. S. Capper, and P.J.H. Neate (Ed.) *Plant Breeding and the Nutritive Value of Crop Residues*. Proc. of a workshop held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, December 7-10, 1987. p 97. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia.
- Nastis, A. S., and J. C. Malechek. 1981. Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. *J. Anim. Sci.* 53:283-290.
- Niezen, J.H., Waghorn, T.S., Charleston, W.A.G. and G.C. Waghorn. 1995. Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either Lucerne (*Medicago sativa*) or sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *J. Agr. Sci. (Camb.)* 125:281-289.
- Oh, H. I., J. E. Hoff, G. S. Armstrong, and L. A. Haff. 1980. Hydrophobic interaction in tannin-protein complexes. *J. Agr. Food Chem.* 28:394-398.
- Owen-Smith, N. 1982. Factors influencing the consumption of plant products by herbivores. In: B. J. Huntley and B. H. Walker (Ed.) *The Ecology of Tropical Savannas*. Ecological Studies, Vol. 42. p 359. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Pfister, J.A. 1999. Behavioral strategies for coping with poisonous plants. p. 45-59. 1999. In: K.L. Launchbaugh, K.D. Sanders, and J.C. Mosley. (eds.) *Grazing behavior of livestock and wildlife*. Idaho Forest, Wildlife, and Range Exp. Sta. Bull. No. 70. Moscow, Ida.

- Pomroy, W. E., S. P. Hart, and B. R. Min. 2002. Titration of efficacy of ivermectin and moxidectin against an ivermectin-resistant *Haemonchus contortus* derived from goats in the field. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl. 2):30. (Abstract.)
- Porter, L. J. 1994. Flavans and proanthocyanidins. In: J. B. Harborne (Ed.) *The Flavonoids Advances in Research Since 1986*. p. 23. Chapman and Hall, London.
- Prichard, R. 1994. Anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 54:259-268.
- Pritchard, D. A., P. R. Martin., and P. K. O'Rourke. 1992. The role of condensed tannins in the nutritional value of mulga (*Acacia aneura*) for sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 42:1739-1746.
- Provenza, F. D., L. Ortega-Reyes, C. B. Scott, J. J. Lynch, and E. A. Burritt. 1994. Antiemetic drugs attenuate food aversions in sheep. *J. Anim. Sci.* 72:1989-1994.
- Provenza, F.D. 1994a. Ontogeny and social transmission of food selection in domesticated ruminants. p. 147-164. In: B.G. Galef Jr., M. Mainardi and P. Valsecchi (eds.) *Behavioral Aspects of Feeding: Basic and Applied Research in Mammals*. Harwood Acad. Pub., Singapore.
- Provenza, F.D. 1995. Post ingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48:2-17.
- Provenza, F.D., B.R. Kimball, and J.J. Villalba. 1999. Roles of odor, taste, and toxicity in the food preferences of lambs; implications for mimicry in plants. *Oikos* 88:424-432.
- Provenza, F.D., E.A. Burnt, T.P. Clausen, J.P. Bryant, P.B. Reichardt, and R.A. Distel. 1990. Conditioned flavor aversion: A mechanism for goats to avoid condensed tannins in black bush. *Amer. Natur.* 136,810-828.
- Provenza, F.D., J.A. Pfister, and C.D. Cheney. 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. *J. Range Manage.* 45:36-45.
- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. Invited Paper. *Pharmacology/-Toxicology Symposium on Toxic Legumes*. *J. Anim. Sci.* 73:1516-1528.
- Rhoades, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores, p. 3-54. *In: Gerald A. Rosenthal and Daniel H. Janzen (eds.), Herbivores, Their*

interaction with secondary plant metabolites. Academic Press, New York, N.Y.

Robbins, C. T., T. A. Hanley, A. E. Hagerman, O. Hjeljord, D. L. Baker, C. C. Schwartz, and W. W. Mautz. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology* (NY) 68:98-107.

Robbins, C.T., S. Mole, A.E. Hagerman, and T.A. Hanley. 1987a. Role of tannins in defending plants against ruminants: Reduction in dry matter digestion? *Ecology* 68:165-1615.

Rodríguez, R.A.F. Factores genéticos y no genéticos que afectan la composición botánica de la dieta de cabras en pastoreo. Disertación. UAAAAN. Departamento Recursos Naturales Renovables. 372 pp.

Rosenthal, G.A. and H.R. Berenbaum (eds.). 1992. *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*. Second Ed. Academic Press, N.Y.

Roth, S., H. Steingass, and W. Drochner. 2001. Workingmen von tanninextrakten auf die parameter deer pansenfermentation in vitro. Pages 64-70 in Proc. 10th Conf. on Nutr. Domes. Anim. Adolf Pen Zadavec-Erjavec Days, Radenci, Slovenia.

Silanikove, N., Z. Nitsan, and A. Perevolotsky. 1994. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *J. Agric. Food Chem.* 42:2844-2847.

Stafford, H. A. and T. Y. Cheng. 1980. The procyanidins of Douglas fir seedlings, callus and cell suspension cultures derived from cotyledons. *Phytochemistry*. 19: 131-135.

Sutherst, R.W. 2000. Climate change and invasive species: a conceptual framework, p. 211-240. *In*: H.A. Mooney and R.J. Hobbs (eds.), *Invasive species in a changing world*. Island Press, Washington, D.C.

Sykes, A. R. 1994. Parasitism and production in farm animals. *Anim. Prod.* 59:155-172.

Terrill, T. H., G. B. Douglas, A. G. Foote, R. W. Purchas, G. F. Wilson, and T. N. Barry. 1992a. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture. *J. Agric. Sci.* 119:265-273.

- Terrill, T. H., W.R. Windham, C. S. Hoveland, and H. E. Hamos. 1989. Forage preservation method influences on tannin concentration, intake and digestibility of *Sericea lespedeza* by sheep. *Agron. J.* 81:435-439.
- Van Soest, P. J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Corvallis, OR.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Varner, J.E. and L.S. Lin. 1989. Plant cell wall architecture. *Cell* 56:231-239.
- Vian, B. 1982. Organized micro fibril assembly in higher plant cells. p. 23-43. *In*: R. M. Brown, Jr. (ed.) *Cellulose and other natural polymer systems*. Plenum Publishing Corp, New York, N.Y.
- Villalba, J. J., and F. D. Provenza. 1996. Preference for flavored wheat straw by lambs conditioned with intra ruminal administrations of sodium propionate. *J. Anim. Sci.* 74:2362-2368.
- Villalba, J. J., and F. D. Provenza. 1997. Preference for flavored wheat straw by lambs conditioned with intra ruminal infusions of acetate and propionate. *J. Anim. Sci.* 75:2905-2914.
- Villalba, J. J., and F. D. Provenza. 1999. Nutrient-specific preferences by lambs conditioned with intra ruminal infusions of starch, casein, and water. *J. Anim. Sci.* 77:378-387.
- Wade, M. 1997. Predicting plant invasions: making a start, p. 1-18. *In*: J.H. Brock, M. Wade, P. Pysek, and D. Green (eds.), *Plant invasions: studies from North America and Europe*. Backhuys Publishers, Lieden, The Netherlands.
- Waghorn, G. C. 1996. Condensed tannins and nutrient absorption from the small intestine. *In*: L. M. Rode (Ed.) *Proc. Can. Soc. Anim. Sci.*, Lethbridge, Alberta, p 175.
- Waghorn, G. C., and W. T. Jones. 1989. Bloat in cattle, 46. Potential of dock (*Rumex obtusifolius*) as an anti bloat agent for cattle. *N. Z. J. Agric. Res.* 32:227-235.
- Waghorn, G. C., J. D. Reed, and L. R. Ndlovu. 1999. Condensed tannins and herbivore nutrition. *In*: *Proc. 18th Int. Grassland Congr.* (J. G. Buchanan-

Smith, L. D. Bailey, and P. McCaughy, Eds.) Association Management Centre, Calgary, AB. pp 153-166 (Volume III).

Waghorn, G. C., M. J. Ulyatt, A. John and M. T. Fisher. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. Br. J. Nutr. 57:115-126.

Waller, P. J. 1994. The development of anti helminthic resistance in ruminant livestock. Acta Tropical 56:233-243.

Woodward, S. L., G. C. Waghorn, K. R. Lassey, and P. G. Laboyrie. 2002. Does feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) reduce methane emission from dairy cows? Proc. N.Z. Soc. Anim. Sci. 62:227-230.

Woodward, S. L., G. C. Waghorn, M. J. Ulyatt, and K. R. Lassey. 2001. Early indications that feeding Lotus will reduce methane emission from ruminants. Proc. N.Z. Anim. Prod. 61:23-26.

Zeikus, J.G. 1980. Fate of lignin and related aromatic substrates in anaerobic environments. p. 101-109. In: T. K. Kirk et al. (ed.) Lignin biodegradation: Microbiology, chemistry, and potential applications, Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, La.