

¿POR QUE CAMBIA LA CALIDAD DEL FORRAJE DE LOS PASTIZALES?

Robert K. Lyons, Rick Machen y T.D.A. Forbes*

El ganado en pastoreo y la fauna silvestre tienen acceso a una gran diversidad de plantas forrajeras, las cuales varían en calidad nutricional. Los animales obtienen de estas plantas los nutrientes (proteína, energía, vitaminas y minerales) que requieren para su crecimiento, producción y reproducción. La calidad nutricional depende del tipo de planta, parte de la planta, edad, época de crecimiento, clima, suelo, sitio, carga animal y compuestos antinutricionales. El tipo de animales (bovinos, cabras, borregos, venado, etc.) tienen diferentes potenciales digestivos y muestran preferencias por ciertos grupos de plantas.

Partes de las Plantas

Las células de las plantas se dividen en dos partes conocidas como contenido celular y pared celular (figura 1). El contenido celular (también conocido como partes solubles) es fácilmente digestible y corresponde a la porción que se encuentra envuelta por la pared celular.

El contenido celular incluye la proteína cruda (ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas y otros compuestos nitrogenados), azúcares, almidón y lípidos (grasas). En contraste, la pared celular, está formada por material menos digestible llamado fibra, el cual consta de hemicelulosa, celulosa

y la porción menos digestible llamada lignina. Estas partes se usan en reportes de análisis de forraje en fracciones conocidas como fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD).

La hemicelulosa, celulosa y lignina forman la FND, mientras que la celulosa y la lignina constituyen la FAD. Debido a que los animales no cuentan con las enzimas o compuestos químicos necesarios para desdoblar o digerir la hemicelulosa y celulosa, dependen de la fermentación microbiana (digestión de los microorganismos del rumen) para reducir estas sustancias en compuestos que ellos puedan usar.



Generalmente las hojas tienen un mayor contenido celular; y por lo tanto, más proteínas, azúcares, vitaminas y minerales que los tallos. Por el contrario, las hojas tienen menos hemicelulosa, celulosa y lignina que los tallos (gráfico 1). Los frutos e inflorescencias generalmente tienen un mayor contenido celular que las hojas.

Aunque las semillas de los zacates son más altas en contenido celular que las hojas, son normalmente inferiores a las frutas e inflorescencias de las herbáceas como fuente de proteína y energía debido a su tamaño pequeño.

Los animales son selectivos en cuanto a las partes de las plantas que comen. Por ejemplo, los herbívoros normalmente prefieren hojas tiernas sobre las hojas viejas y comen hojas antes que los tallos. Debido a que las diferentes partes de las plantas difieren en calidad nutritiva y a que los

* Profesor Asistente y Extensionista Experto en Pastizales, Servicio de Extensión Agrícola de Texas; Profesor Asistente y Extensionista Experto en Ganado, Servicio de Extensión Agrícola; Profesor Adjunto, Ecología del Pastoreo, Estación Experimental Agrícola de Texas, El Sistema Universitario Texas A&M.

Pared Celular: Hemicelulosa, Celulosa y Lignina

Contenido Celular:

- Proteína Cruda**
- Acidos nucleicos**
- Aminoácidos**
- Proteínas**
- Otros compuestos nitrogenados**
- Azúcares**
- Almidón**
- Lípidos**
- Compuestos Antinutricionales**

Figura 1. Estructura celular de las plantas y componentes nutricionales que se encuentran en la pared y contenido celular. Las sustancias del contenido celular son digeridas fácilmente. La pared celular se digiere lentamente (hemicelulosa y celulosa) con ayuda de los microorganismos del rumen y tiene partes indigestibles (lignina).

animales seleccionan ciertas partes de las plantas, el análisis de las plantas completas en general no es un buen indicador de la calidad de la dieta de los animales.

Edad de las Plantas

El contenido celular es más alto en el tejido de forraje en crecimiento activo y declina conforme las plantas maduran y entran al período de dormancia. El decremento en el contenido celular está asociado al incremento de la fibra (hemicelulosa, celulosa y lignina), movimiento de nutrientes de las hojas a los tallos y lixiviación (lavado) por lluvia y nieve durante la dormancia.

Conforme las células de las plantas maduran, aumenta la pared celular en grosor y contenido de fibra. Este incremento en fibra disminuye la digestibilidad de la pared celular. Debido a que la fermentación en el sistema digestivo en un herbívoro depende del tiempo en que el alimento esté en el rumen y de su exposición a los microbios, esta pérdida en la digestibilidad es el resultado tanto de una mayor cantidad de fibra a fermentar, como de cambios en la naturaleza o estructura química de la fibra.

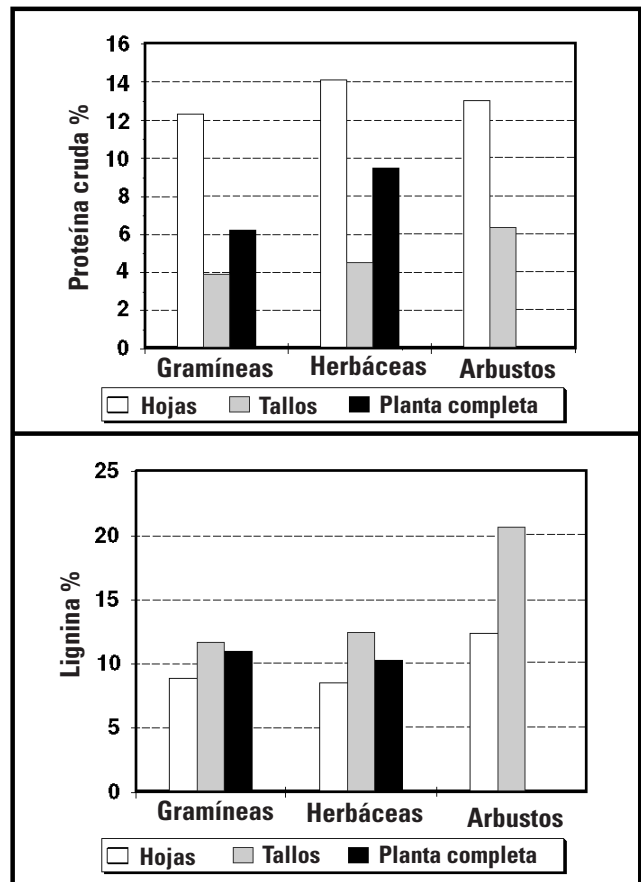
Conforme las plantas se aproximan a la dormancia o madurez, los nutrientes son redistribuidos de las hojas (donde se procesan los alimentos por medio de la fotosíntesis) a las raíces, reduciéndose el contenido celular presente dentro

de cada célula de las hojas. Este movimiento incrementa el porcentaje de pared celular en las hojas, aunque la cantidad no aumente. Finalmente, esta redistribución disminuye los nutrientes disponibles para los herbívoros.

Cuando las células de las plantas se congelan, se rompen, liberándose el contenido celular. Una vez que este contenido queda expuesto al medio ambiente, la lluvia y la nieve disuelven estas sustancias y se lixivian.

Grupo de Plantas y Estación del Año.

Considerando el análisis de plantas completas durante la estación de crecimiento activo de las plantas, las herbáceas presentan un mayor contenido celular, en segundo lugar las arbustivas y por último los zacates (gráficas 1 y 2). Durante el invierno, los arbustos siempre verdes son más altos en contenido celular y por lo tanto, parecerían más altos en calidad nutricional que los zacates y herbáceas. Sin embargo, debido a que



Gráfica 1. Contenido de proteína cruda (%) (arriba), de lignina (%) (abajo), de tres tipos de forrajes y partes de las plantas durante el verano en un pastizal de Utah (Adaptado de Cook y Harris 1950).

normalmente estos arbustos tienen una alta concentración de compuestos secundarios (taninos, aceites y sustancias tóxicas), su calidad nutri-

cional es con frecuencia más baja que la indicada por el análisis de laboratorio.

Considerando el mismo período de crecimiento, la celulosa es más alta en las hojas y tallos de zacates que en las hojas de las herbáceas y arbustivas, lo que hace a estas partes de los pastos más difíciles de digerir.

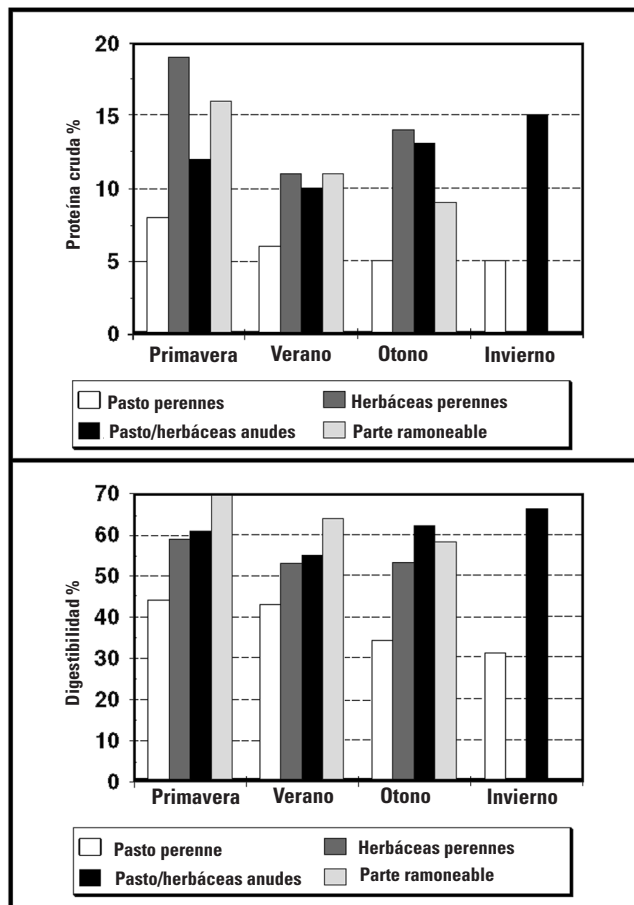
Comparadas con las plantas de crecimiento de verano, las plantas de crecimiento invernal tienen mejor digestibilidad y mayor contenido de proteína cruda (cuadro 1). Estas diferencias están relacionadas a: 1) Condiciones de temperatura a la que las plantas están adaptadas y 2) Contenido de fibra de las plantas. Por ejemplo, los pastos de crecimiento de verano han desarrollado una relativamente alta cantidad de fibra que les permite cierta resistencia al marchitamiento con temperaturas altas. Esta fibra adicional tiende a diluir el contenido celular de estas plantas y reduce su valor nutritivo.

Sitios del Suelo/Pastizal

Los sitios del pastizal (conocidos actualmente como sitios ecológicos), tienen influencia sobre la calidad del forraje. La explicación de esta diferencia parece deberse a que un sitio que produce menos forraje pero de mayor calidad, tiene una mayor proporción de forraje verde (Launchbaugh et al. 1990). Debido a que el forraje verde está en crecimiento activo, debería contener más contenido celular y, por lo tanto, mayor calidad nutritiva.

Carga Animal

El efecto de la carga animal sobre la calidad nutricional del forraje depende del historial del pastoreo (McCollum 1993). El incremento de la



Gráfica 2. Promedio de proteína cruda (arriba), Promedio de digestibilidad (abajo), en algunas plantas de pastizales en el altiplano Edwards de Texas (adaptado de Huston et al. 1981). Los valores del pasto y herbáceas son considerando las plantas completas, mientras que la parte ramoneable son las hojas de arbustos. La calidad de la dieta esperada del pasto debe ser superior a la que se muestra en esta gráfica, debido a la selectividad de los animales.

Cuadro 1. Contenido de proteína y digestibilidad en forrajes nativos e introducidos de crecimiento de verano e invierno (adaptado de Huston y Pinchak 1991).

Forraje	Tipo	Período de Crecimiento	Forma	Proteína Cruda %	Digestibilidad %
Pasto	Nativo	Verano	Anual	—	50-73
			Perenne	2-15	20-65
		Invierno	Anual	2-25	60-95
			Perenne	3-25	42-94
	Introducido	Verano	Anual	4-18	46-69
			Perenne	2-25	36-68
		Invierno	Anual	3-30	50-91
			Perenne	5-30	30-76
Herbácea		Verano/invierno	Anual/perenne	4-32	42-91
		Arbusto	Verano/invierno	Perenne	4-32

carga en el corto plazo en un pastizal previamente pastoreado de manera ligera o moderada, puede resultar en una menor calidad de forraje, debido a que los animales son forzados a consumir forraje viejo o muerto. Si el potrero tiene antecedentes de pastoreo o uso intenso, la calidad del forraje de los pastos será en general más alta, debido a que las plantas están menos maduras y hay menos material muerto.

Estas diferencias en calidad de forraje no significan que el uso intensivo continuo sea una buena técnica de manejo nutricional, ya que con el correr del tiempo, esto causará el incremento de plantas menos productivas y de menor gustocidad. Este cambio en la composición botánica resulta en plantas menos deseables o indeseables, que reducen el consumo de forraje. Bajo condiciones de pastoreo, los factores que reducen el consumo son tan importantes como la calidad del forraje.

Compuestos Antinutricionales

Varios compuestos químicos se producen en las plantas después de los estadios iniciales de la fotosíntesis. Estos compuestos antinutricionales, que son químicamente complejos, pueden servir como mecanismos de defensa para las plantas contra insectos y un medio ambiente adverso. La lignina, por ejemplo, aparenta 1) proveer una estructura fuerte que permite a las plantas reducir el marchitamiento y 2) actúa como defensa para evitar ser consumidas.

Muchos compuestos antinutricionales son venenosos. Sin embargo, algunos tipos de taninos, sustancia que se encuentra principalmente en herbáceas y en hojas de plantas leñosas, puede tener algunos beneficios nutricionales. Por ejemplo, niveles bajos de taninos aparentemente disminuyen la degradación de las proteínas por los microorganismos del rumen. Cuando esta proteína llega al estómago (abomaso) e intestino delgado, puede ser digerida por las enzimas del animal. Si la proteína que escapa del rumen es de alta calidad (alta en aminoácidos esenciales), es benéfica para el rumiante. Esta proteína que escapa al rumen, es benéfica sólo si hay una cantidad adecuada de proteína soluble disponible para llenar los requerimientos de los microbios del rumen.

Mucha de la proteína usada por los rumiantes procede de los microorganismos del rumen. Estos microorganismos degradan las proteínas para obtener sus propios aminoácidos y compuestos

protéicos. La proteína producida por estos microorganismos puede ser de mayor o menor valor que la proteína original de la planta. Altos niveles de algunos taninos pueden hacer la proteína no disponible para los microorganismos en el rumen y crear deficiencias protéicas. Por ejemplo, estudios con fauna silvestre han demostrado que los taninos reducen la disponibilidad de proteína cruda hasta un promedio de 2%.

Otro ejemplo del impacto de los compuestos secundarios son plantas juniperáceas, como el cedro o tásate. Aunque estas plantas son relativamente nutritivas, los animales no las consumen mucho debido a su contenido de aceites volátiles llamados terpeno o trementina. Debido a su sabor se reduce el consumo, reducen la actividad microbiana del rumen y los animales son poco hábiles para desintoxicarse de estos aceites (Huston et al. 1994).

La concentración y contenido específico de estos aceites volátiles, difiere con la edad, sexo y especie de plantas. Por ejemplo, Plantas jóvenes tienen menor concentración y tienen mayor gustosidad. Por otra parte, las plantas femeninas son más consumidas.

Especies de Ganado Doméstico y Fauna Silvestre

El contenido de nutrientes del forraje no se ve afectado por el tipo de animales que lo utiliza; sin embargo, las especies de herbívoros utilizan diferentes grupos de plantas (Lyons et al 1996). Los rumiantes pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo a sus preferencias de consumo por las diferentes plantas. Los animales que consumen principalmente gramíneas (bovinos y bisonte), los ramoneadores (venado) e intermedios (cabras). Estos patrones están asociados a diferencias anatómicas de los animales.

Los rumiantes principalmente consumidores de zacate tienen una dieta más alta en fibra y un rumen más grande con varios compartimientos que les permiten captar y fermentar mayores cantidades de fibra por períodos de tiempo más largos. En el otro extremo, los ramoneadores tienen un rumen relativamente más pequeño con compartimientos más abiertos que le permite a la fibra salir más rápido, mientras que el contenido celular liberado por un masticado activo es rápidamente fermentado. En resumen, los ramoneadores tienden a tener una mayor velocidad de paso de los alimentos por el rumen.

Las tablas de alimentación, con frecuencia muestran diferencias de digestibilidad entre las especies animales. Debido a que la digestibilidad depende de los microbios, uno podría pensar que la diferencia está dada por la eficiencia de los microbios en el desdoblamiento de la fibra en los distintos herbívoros. Sin embargo, en general los microorganismos y su fermentación son muy similares en las diferentes especies de rumiantes. Las diferencias en digestibilidad se deben principalmente a la cantidad de tiempo que el alimento permanece en las cámaras de fermentación.

Un ejemplo es el que bovinos, cabras y borregos pastoreando forrajes con el mismo potencial de digestibilidad, difieren en el tiempo promedio en que el forraje permanece en el tracto digestivo (gráfica 3). Bovinos y borregos fueron similares en el tiempo de retención en el tracto digestivo y presentaron similar digestibilidad del forraje, con 48-58% y 44-59% respectivamente. En contraste, las cabras tuvieron una menor retención del alimento en el tracto digestivo y una correspondiente menor digestibilidad (36-52%).

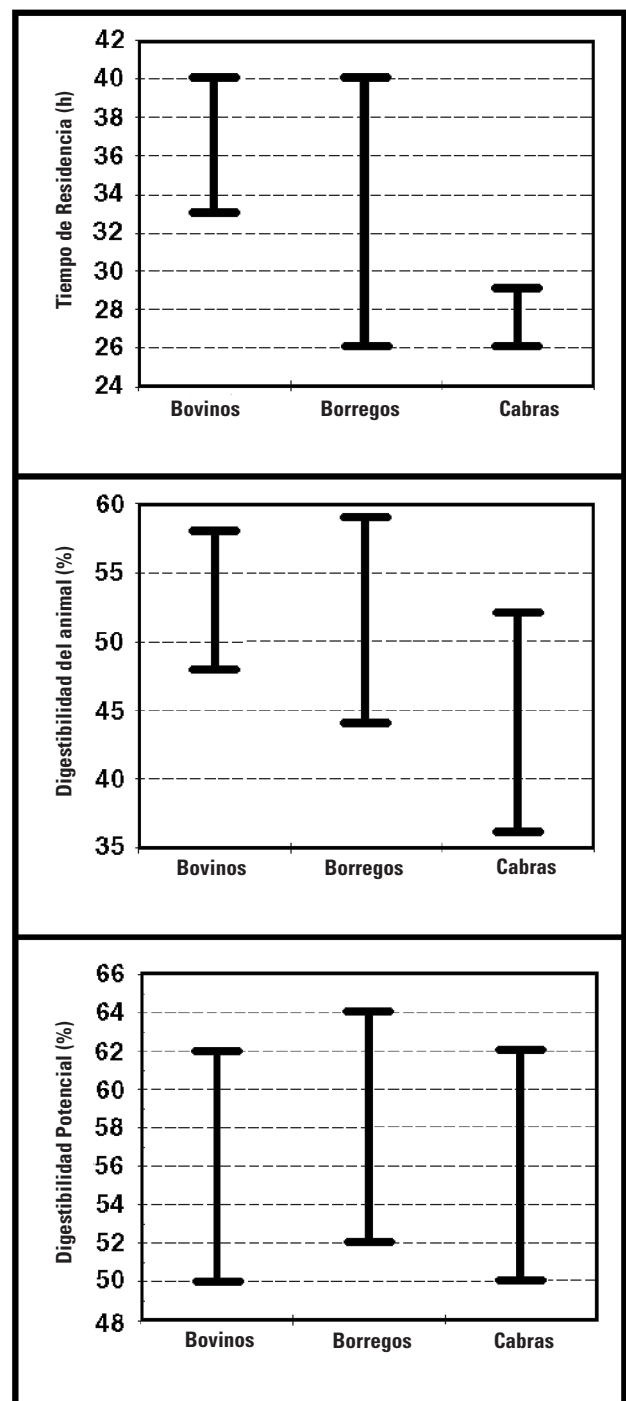
En otro ejemplo, el tiempo estimado de retención en caballos fue de 8.5 horas y digestibilidad del 55%, comparado con el 61% en bovinos (Johnson et al. 1982).

Implicaciones de Manejo

El entendimiento de la dinámica de la calidad del forraje puede proveer una base para mejorar el manejo del ganado mediante la coordinación de la calidad del forraje y las necesidades nutritivas del ganado.

Debido a que los animales seleccionan su dieta de diferentes plantas y partes de plantas, las cuales están constantemente cambiando, resulta difícil estimar la calidad de la dieta bajo pastoreo. Existen varias alternativas para hacer estas estimaciones, una es por medio de muestras tomadas con animales fistulados en el esófago, otra mediante el análisis de las heces fecales por medio de espectroscopía de reflectancia infraroja, o de una manera más práctica, puede hacerse por medio de observaciones del aspecto de las heces.

Respecto a esta última técnica, puede decirse que estiércol de bovinos de aspecto blando, con textura de apariencia suave y color verde indica alta digestibilidad y buen contenido de proteína. Conforme el tono se torna color café y la consistencia dura o seca, la dieta del ganado es menos digestible y de menor contenido protéico (Lyons et al. en prensa).



Gráfica 3. Comparación del tiempo de residencia del forraje en el tracto digestivo de diferentes especies de ganado, digestibilidad del forraje para las especies de ganado, y potencial digestivo del forraje. La menor digestibilidad en las cabras se debe al menor tiempo de residencia en el tracto digestivo (adaptado de Huston y Pinchak 1991).

