

## COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO

Epigmenio Castillo Gallegos<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

Los herbívoros comen para satisfacer su necesidad de nutrientes, principalmente energía y proteína<sup>1</sup>. La suma de las demandas individuales para mantenimiento, lactancia, crecimiento propio y fetal, representan el requerimiento total (Figura 1). El requerimiento de energía pueden ser modificado por variaciones en desplazamiento o estrés térmico. La densidad aparente del alimento, facilidad de consumo, facilidad de reducción de partícula, palatabilidad y facilidad de digestión y pasaje ruminan interactúan con las necesidades y deseos del animal<sup>2</sup>.

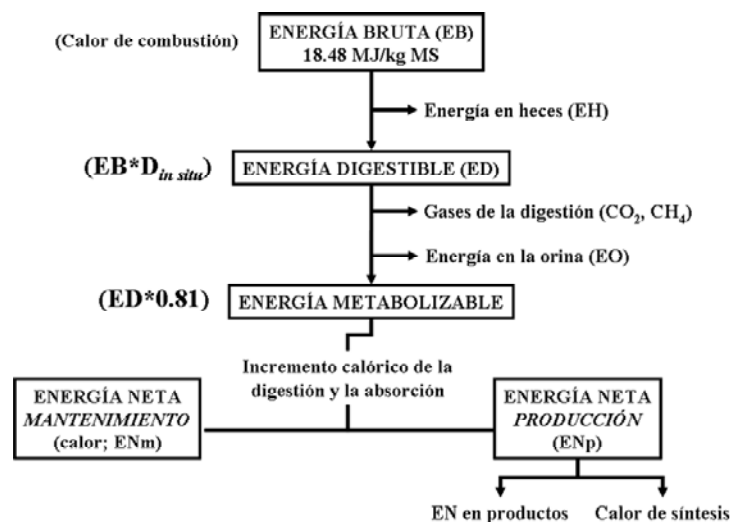


Figura 1. Ruta de la energía consumida por el rumiante según el AFRC (1993).

El consumo de material seca (MS) y la calidad de la MS ingerida son mediciones necesarias para explicar las diferencias en producción animal proveniente de distintas especies forrajeras. A medida que se incrementa el consumo de MS del ganado que pasta, se incrementa también su nivel individual de producción hasta llegar a su máxima capacidad o potencial. En este punto, el desempeño productivo individual depende de la concentración de nutrientes en el forraje<sup>3</sup>. El consumo *ad libitum* ocurre cuando la oferta de alimento es ilimitada en cantidad y calidad, de tal forma que el animal no encuentra obstáculos para saciar su hambre<sup>4</sup>.

No obstante, en muchas situaciones, la saciedad no ocurre porque el animal no puede satisfacer sus requerimientos a partir del pasto ofrecido. Al seleccionar su dieta, el rumiante confronta dos situaciones opuestas: Obtener una cantidad adecuada de forraje y a la vez que éste posea la máxima calidad. El consumo reducido de MS es determinante de la nutrición inadecuada del animal que pasta, independientemente que esté limitado por la cantidad o la calidad del forraje<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Profesor, Producción y Aprovechamiento de Forrajes, adscrito al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la FMVZ-UNAM. Email: [ecastleg@servidor.unam.mx](mailto:ecastleg@servidor.unam.mx).

La estimación del consumo de MS por el ganado en pastoreo es un aspecto poco abordado por la investigación en pastos y forrajes, debido a las dificultades de lograr valores confiables. Se han usado mediciones indirectas, en las que sin embargo, la precisión (medida de variabilidad) y exactitud (medida de sesgo) del valor obtenido están seriamente comprometidos. Burns *et al.* <sup>6</sup> revisaron varios métodos para estimar consumo del ganado en pastoreo, concluyendo que todos tenían problemas.

El rumiante usa la vista, el gusto el olfato y el tacto al seleccionar el parche de pastura que va a pastar <sup>7</sup>. El objetivo de la administración de la pastura es manipular la cantidad y composición botánica de pasto ofrecido para obtener la mayor producción animal. Así, los cambios en las características del dosel vegetal de la pastura inducen cambios en el patrón de apacentamiento (comportamiento ingestivo) usual, que a su vez afectan la cantidad y calidad del forraje consumido. Por tanto, sería aconsejable describir cuantitativamente el comportamiento ingestivo del animal y como éste es afectado por cambios en la administración de la pastura <sup>5</sup>.

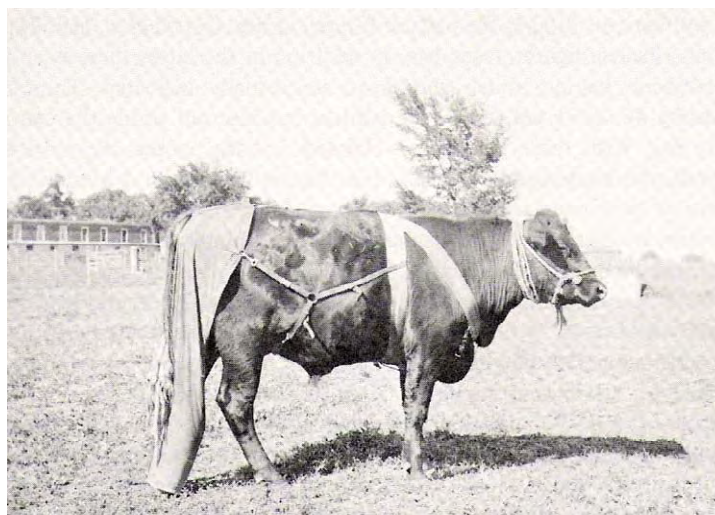
Por lo anterior, el objetivo del presente escrito es describir la importancia del comportamiento ingestivo como herramienta para calcular el consumo de pasto del ganado en apacentamiento, así como algunas experiencias que se han realizado a través de los años con ganado de doble propósito del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la FMVZ, UNAM, por profesores del área de Forrajes.

## ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN GANADO EN PASTOREO

El consumo de MS (CMS, g-animal<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>) se puede estimar a partir de la producción total de heces (PH, g-animal<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>) y la indigestibilidad de la dieta (ID = 1 - D, fracción):

$$CMS = PH/ID$$

donde D es la digestibilidad de la dieta <sup>8</sup>. La PH total puede medirse colocando bolsas colectoras de heces en el animal (Figura 2) o bien estimarse mediante el uso de marcadores externos, que son sustancias no tóxicas, indigestibles, con tasa de recuperación constante y cuyo contenido en la dieta sea mínimo <sup>9</sup>; el cálculo se hace con la fórmula:



**Figura 2.** Novillo con arnés y bolsa colectora de heces (Tomado de Schneider y Flatt, 1980).

$$PH = \frac{\text{g-día}^{-1} \text{ del marcador administrados} \times \text{tasa de recuperación}}{\text{Concentración media (g-g}^{-1}) \text{ del marcador en la dieta}}$$

En la mayoría de los experimentos, la tasa de recuperación no se mide y se supone que es la unidad <sup>8</sup>. Se han utilizado muchos marcadores (Iterbio, Titanio, alcanos) pero el más común es el Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, él cual puede incorporarse al rumen impregnado en papel o contenido en

capsulas de gelatina, y dosificado un par de veces diarias (8 AM y 5 PM). Existen en el mercado cápsulas de liberación controlada (Captec NZ, PO Box 75340, Auckland, Nueva Zelanda) cuya eficacia ha sido variable. El periodo de administración puede fluctuar entre 10 y 14 días, con colección de heces, directamente del recto, en los últimos cinco días, para determinar la concentración de Cr. El uso del Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para estimar PH es preferible a la colección total de heces con bolsa colectora, pues interfiere menos con el proceso de apacentamiento y la cantidad de muestra de heces a manipular es menor.

La digestibilidad constituye todo un aspecto aparte en el cálculo del CMS del ganado en pastoreo, principalmente por la dificultad de obtener muestras fieles del forraje consumido por el animal. Es decir, su valor no puede ser medido directamente en el animal que pasta, por lo que se han ideado técnicas indirectas, de las cuales, las tres más utilizadas son: Razón alimento/heces; Índice fecal y digestibilidad *in vitro*<sup>8</sup>.

Razón alimento/heces. En ésta se usa un marcador interno, que es un componente indigestible de la planta que debe pasar sin alteraciones por el tracto digestivo, puede ser recuperado cuantitativamente, y el alimento y las heces se puedan muestrear con exactitud y precisión. Se han sugerido muchos componentes vegetales como lignina, cromógenos, sílice, cenizas insolubles en ácido y ceras vegetales (alcanos). En general, ningún marcador interno ha sido del todo útil, pues algunos (cromógenos, lignina) no son entidades específicas por lo que el material analizado en el alimento puede ser distinto del analizado en las heces y como resultado, pueden dar valores variables<sup>10</sup>. La fórmula para calcular el coeficiente de digestibilidad es:

$$D = 1 - \frac{\text{concentración del marcador en alimento}}{\text{concentración del marcador en heces}}$$

Índice fecal. Es necesario realizar una prueba de digestión convencional en jaula metabólica con forraje similar al que está siendo pastado. Además, que el componente químico fecal, no necesariamente indigestible, esté relacionado a la digestibilidad *in vivo*. Luego, la concentración de éste componente se mide en muestras de heces de animales en apacentamiento, considerando los patrones diurnos de excreción. La mayor dificultad consiste en cosechar a mano forraje similar al que esté pastando el ganado, además que la prueba de digestión debe ser simultánea, lo que incrementa la carga de trabajo e infraestructura necesarios. No es aconsejable su uso en experimentos en apacentamiento continuo o donde el animal tiene la posibilidad de seleccionar entre componentes botánicos del pastizal.

Procedimientos *in vitro*. En nuestro medio se pueden usar tres técnicas principales que son la digestibilidad *in vitro* con licor ruminal<sup>11</sup>, la digestibilidad *in vitro* con celulasas y hemicelulasas<sup>12</sup>, y la digestibilidad *in sacco* o *in situ*<sup>13</sup>. En casi todos los casos la correlación entre los valores *in vivo* e *in vitro* son altas y estadísticamente significativas. El problema radica en la obtención de muestras representativas del forraje ingerido por los animales.

Básicamente las muestras se pueden obtener de cuatro formas:

1. Cortando el pasto a ras de suelo con cuchilla, considerando la planta completa y omitiendo el efecto de la selectividad, lo cual no representa al material consumido.
2. Cortando el pasto a mano (“hand-plucking”), observando cuidadosamente lo que come el animal, para imitar su consumo.

3. Fistulando animales al esófago o al rumen, para coleccionar directamente lo que el animal ingiere.

Cualquiera de las tres requiere que se tomen muestras en el tiempo, para considerar cambios que pudieran ocurrir en selectividad por cambios en composición botánica y disponibilidad, en particular si los periodos de ocupación son largos. Sin embargo, Con tiempos de ocupación de un día, este efecto no parece tener importancia.

Sosa *et al.*<sup>14</sup> coleccionaron extrusa esofágica de vacas fistuladas al esófago (Figura 3) que pastaron gramas nativas y gramas asociadas con la leguminosa *Arachis pintoii*, y no encontraron diferencias en degradabilidad potencial *in sacco* (72 h de incubación en rumen) para muestras coleccionadas por la mañana ( $79.2 \pm 2.3$ ) ó por la tarde ( $74.6 \pm 2.9$ ).



**Figura 3.** Vaca fistulada al esófago con bolsa coleccionadora de extrusa esofágica (Foto: K Rodríguez H).

a la de aquellas coleccionadas por animales fistulados al esófago, tanto en gramas nativas ( $71.2 \pm 0.3$  vs.  $57.2 \pm 0.8$ ) como en gramas nativas asociadas con *Arachis pintoii* ( $79.6 \pm 0.4$  vs.  $62.2 \pm 0.9$ ). Por lo tanto, éste tipo de muestreo no es confiable por no producir material representativo del ingerido por el rumiante que pasta.

Por otro lado, se ha demostrado que la dieta de animales residentes puede ser distinta a la de animales fistulados al esófago que acceden intermitentemente a la pastura experimental<sup>15</sup>, por el corto tiempo de colección de los fistulados respecto a los intactos.

El muestreo a mano simulando el apacentamiento, puede llevar a sobrestimar el coeficiente de digestibilidad. Castillo<sup>16</sup> encontró que la digestibilidad *in sacco* de muestras coleccionadas a mano

### COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN GANADO BOVINO

Según Penning y Rutter<sup>17</sup> el comportamiento que exhiben los animales que pastan indica la relación existente entre su estado interno (salud, requerimientos nutricionales) y el ambiente que los rodea (estado del dosel de la pastura, clima). Por lo que el conocimiento del comportamiento ingestivo puede ayudar a explicar resultados experimentales, donde aquellos aspectos del comportamiento que se requiere registrar dependen de el objetivo del experimento. Empero, es necesario tener una comprensión general del proceso de apacentamiento. Esos mismos autores dan una descripción detallada de dicho proceso.

El consumo diario de MS por el animal que pasta puede visualizarse como el producto del tiempo total de apacentamiento (TA, min·día<sup>-1</sup>) por la tasa de consumo (TC, g·min<sup>-1</sup>). Luego, un modelo simple para calcular el consumo de MS de animales que pastan sería<sup>17</sup>:

$$CMS = TP \times TC$$

donde el TP es el producto de la duración de la ingesta (DI) y número de ingestas (NI) y la TC es el producto de la tasa de mordiscos (TM, mordiscos·min<sup>-1</sup>) por la masa de mordisco (MM, g·mordisco<sup>-1</sup>).

La observación visual directa es la técnica de medición que se ha empleado tradicionalmente, la cual desafortunadamente, tiene que efectuarse bajo condiciones climáticas adversas y por equipos de observación cuyos integrantes pueden diferir en el conocimiento de los patrones de apacentamiento del animal, que los pueden llevar a una interpretación diferencial del comportamiento. Aunque esto se puede resolver con entrenamiento previo. Estas dificultades han estimulado el diseño de aparatos de medición automática, que en teoría liberan al investigador del tedio de la observación y no introducen sesgos a la información.

Tiempos de apacentamiento, rumia y otras actividades. Se pueden estimar por observación directa, efectuando lecturas de “barrido”, donde cada cinco ó diez minutos, se registra la actividad efectuada por cada animal, que puede ser: pastando, rumiando de pié ó echado, de pie ó echado sin pastar ni rumiar y caminado. El tiempo por actividad se calcula bajo el supuesto de que aquella registrada continúa en los siguientes cinco ó diez minutos <sup>5</sup>. La información se puede transferir a una hoja de cálculo, para estimar rápidamente los tiempos empleados en cada actividad por cada animal (Figura 4).

HORA DE OBSERVACIÓN	VACA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12:00:00 p.m. - 15:50:00 p. m.	ESTUVIERON EN EL CORRAL DE MANEJO									
16:00	P	Rp	P	Rp	P	P	Rp	Rp	Rp	Rp
16:10	P	Rp	P	Rp	P	P	Rp	Rp	Rp	Rp
16:20	P	P	Rp	Rp	E	Rp	Rp	Rp	P	Re
16:30	Rp	Rp	Rp	Pst	Re	Rp	P	Rp	Rp	Re
16:40	Rp	Rp	Re	P	Re	Rp	Rp	E	E	P
16:50	C	Rp	E	P	Re	Rp	E	E	E	Pst
17:00	P	P	P	C	P	P	E	Rp	E	P
17:10	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
17:20	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
17:30	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
17:40	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
17:50	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:00	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:10	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:20	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:30	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:40	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
18:50	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
19:00	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
19:10	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
19:20	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst	Pst
19:30	Re	Re	P	E	P	Re	Re	E	E	Re
19:40	E	Re	E	Re	P	P	P	E	Re	Re
19:50	Re	Re	E	Re	Rp	E	P	E	Re	Re

	TOTALES										MEDIA	D. E.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pst = pastando	14	14	14	15	14	14	14	14	14	15	142	17
Re = rumiando echadas	2	3	1	2	3	1	1	0	2	5	20	14
Rp = rumiando paradas	2	5	2	3	1	4	4	5	3	2	31	16
E = echadas	1	0	3	1	1	1	2	5	4	0	18	14
P = paradas	4	2	4	2	5	4	3	0	1	2	27	4
C = caminando	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4
OBSERVACIONES/VACA	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		

**Figura 4.** Un ejemplo de hoja de registro y cálculo en Microsoft Excel para calcular tiempos de apacentamiento, rumia y otras actividades. Media y desviación estándar están en min-vaca<sup>-1</sup> (dar doble clic para activarla y visualizar las fórmulas).



barbiquejo especial. Los datos se graban en una tarjeta de memoria "Flash" que luego se graba al disco duro de una PC. Un programa dedicado permite distinguir entre mordiscos de apacentamiento, mordiscos-masticaciones de apacentamiento, masticaciones de rumia y movimientos realizados para beber agua. La Figura 6 muestra a una vaquilla pastando con el aparato colocado.

Por otro lado, la videograbación es un medio práctico y económico para medir la tasa de mordiscos. Una cámara fotográfica digital que grabe video con sonido es ideal porque cada archivo se puede almacenar en la PC, y ser analizado después, con un programa que permita medir los segundos entre el primero y último mordisco.

## COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE GANADO DE DOBLE PROPÓSITO EN EL CEIEGT

Las experiencias del CEIEGT en el área de comportamiento ingestivo tuvieron sus inicios en los años ochenta, aunque se han desarrollado principalmente en los últimos diez años. En dichas investigaciones se ha empleado la observación visual directa para estimar tiempos de pastoreo, de rumia y otras actividades, así como tasa de mordiscos. Sólo recientemente, gracias al financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, se han empezado a probar los "grazing recorders".

Estos experimentos se han llevado a cabo en un sitio de la región centro-norte (20° 02' N, 97° 06' O, y 112 msnm) del estado de Veracruz, que presenta un clima cálido y húmedo con lluvias todo el año (Af(m)). La temperatura media promedio anual es de 23.9±3.2 °C (1980-2000) y la precipitación pluvial promedio anual es de 1917±356 mm (1980-1997). Posee suelos ácidos e infértiles de color café rojizo, clasificados como Ultisoles. Asimismo presentan una capa subterránea semipermeable al agua, por lo que presentan encharcamientos temporales. Presenta tres épocas climáticas definidas: Lluvias, de julio a octubre; nortes, de noviembre a febrero; y sequía, de marzo a junio. A continuación se presentan algunas de las experimentos realizados en el tema de comportamiento ingestivo.

## EFFECTO DEL DÍA DE OCUPACIÓN

Nochebuena *et al.*<sup>21</sup> evaluaron la producción de leche y comportamiento ingestivo de vacas en pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Las mediciones se efectuaron durante dos periodos de ocupación (PO) de 9 (PO1) y 11 (PO2) días enero y mayo de 1982, respectivamente. Se usaron vacas F1 (Holstein x Cebú) en distintos estadios de lactancia. Se registraron la producción de leche del hato (PL, kg/ha/día), el tiempo de apacentamiento (TA, h/día) y tasa de mordiscos (TM, mordiscos/min), además de la distribución del tiempo de pastoreo a lo largo del día. Otras variables medidas fueron la composición botánica (CB), el forraje ofrecido (FO) y la proteína cruda del pasto (PC), las cuales se relacionaron con los días de ocupación (DO) mediante regresión.

La producción de leche se comportó de manera cuadrática con respecto a los días de ocupación, alcanzándose el valor máximo los días cuarto ( $44.9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $PL=39.6+2.5\cdot DO-0.31\cdot DO^2$ ,  $R^2=0.75$ ) y décimo ( $69.8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $PL=51.6+3.46\cdot DO-0.17\cdot DO^2$ ,  $R^2=0.94$ ) para PO1 y PO2, respectivamente. En ambos periodos de ocupación el tiempo de apacentamiento disminuyó al avanzar los días de pastoreo. Sin embargo, en el PO1 la disminución fue de 93 min (14.4% con respecto al inicio) en tanto que en el PO2 ésta fue de sólo 13 min (2.7% con respecto al inicio) (Cuadro 1). La tasa de mordiscos se redujo ligeramente del inicio (29 mordiscos·min<sup>-1</sup>) al final (25 mordiscos·min<sup>-1</sup>) en el PO1, sucediendo lo contrario en el PO2: 32 mordiscos·min<sup>-1</sup> el primer día vs. 38 mordiscos·min<sup>-1</sup> al final (Cuadro 1). Las vacas invirtieron 68% (PO1) y 64% (PO2) del día en pastar, realizando el resto del apacentamiento por la noche.

La disminución en tiempo de apacentamiento a medida que el periodo de ocupación avanzó, se debió a una reducción en el forraje ofrecido, particularmente el contenido de hoja en PO1. Asimismo, la tasa de mordiscos se redujo porque el animal empleó más tiempo en buscar y seleccionar el parche de pasto que comió; esto seguramente llevó a un consumo menor de materia seca lo que explica en parte la menor producción de leche del hato en el primer periodo. En PO2, la mayor disponibilidad de hoja permitió al animal pastar más rápidamente y llenar sus requerimientos de llenado de rumen con más rapidez, de ahí el menor tiempo de

**Cuadro 1.** Carga animal y comportamiento ingestivo de vacas F1 (Holstein x Cebú) al inicio y final de dos periodos de ocupación en pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en el trópico húmedo de México (Adaptado de Nochebuena *et al.*, 1994).

Periodo de Ocupación	Día	Vacas:ha <sup>-1</sup>	% de lámina verde-seca	Apacentamiento (min:d <sup>-1</sup> )	Mordiscos	
					min <sup>-1</sup>	día <sup>-1</sup>
<b>Primero:</b> Enero, época de nortes, 9 días de duración	Primero	8.1	11.3	645	29	18,705
	Último	7.6	3.5	552	25	13,800
<b>Segundo:</b> Mayo, época de sequía, 11 días de duración	Primero	5.7	16.9	480	32	15,360
	Último	7.1	5.8	467	38	16,416

apacentamiento (Cuadro 1).

### EFFECTO DE ASOCIAR LA LEGUMINOSA ARACHIS PINTOI CON GRAMAS NATIVAS

Rodríguez *et al.*<sup>22</sup> estudiaron el efecto de asociar la leguminosa *Arachis pintoii* CIAT 17434 con gramas nativas (GN) sobre el consumo de pasto y comportamiento ingestivo de vacas intactas (IC) F1 (½ Holstein-½ Cebú) de doble propósito. El estudio tuvo dos tratamientos: la GN y la GN asociada a *A. pintoii* (GNA) y se llevó a cabo en julio y agosto de 2001. La carga empleada fue de dos vacas:ha<sup>-1</sup> y la rotación fue de 1 día de ocupación por 20 días de recuperación. Las vacas tenían unos dos meses de lactancia y cuatro lactancias en promedio. Se ordeñaron una vez al día por la mañana (8:00 AM) y en ese momento recibieron aproximadamente 1.5 kg de melaza. El comportamiento ingestivo se registró continuamente por 24 h en 7 días de los 21 días de ciclo de pastoreo (1 d de observación por 2 días sin observación). El apacentamiento, rumia y otras actividades se observaron cada 10 min en cada animal; el tiempo para dar 20 mordiscos se registró en los últimos 10 min de cada hora. El consumo de materia orgánica (CMO, kg MO/100 kg PV) se estimó usando marcadores: Cr (externo) y cenizas insolubles en ácido (CIA, interno). Además cada tratamiento se muestreó en días alternos con dos vacas fistuladas (FE) al esófago, permitiendo que estas pastaran por 30 min, registrando a la vez el número de mordiscos dados para coleccionar el forraje con lo que se calculó también su tasa de mordiscos.

Las vacas intactas en GN pastaron por más tiempo ( $P<0.01$ ) que las que estuvieron en GNA, así como también pasaron más tiempo rumiando ( $P<0.05$ ), siendo lo opuesto para otras actividades ( $P<0.01$ ). La tasa de mordisco fue superior ( $P<0.01$ ) en GN con respecto a GNA, ocurriendo lo contrario con la masa de mordisco, donde GN fue superado por GNA ( $P<0.01$ ). En cuanto al consumo de MO, el tratamiento GN superó ( $P<0.01$ ) al GNA, aunque la magnitud de la diferencia no se considera importante desde un punto de vista práctico (Cuadro 2).



En las mediciones efectuadas con vacas fistuladas al esófago, los tratamientos no difirieron ( $P>0.05$ ) entre sí en tasa de mordisco y masa de mordisco, pero se observó que los valores de TM fueron menores a los registrados con vacas intactas. Por otro lado, la MM de las vacas fistuladas al esófago fue muy superior al de las vacas intactas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comportamiento ingestivo de vacas F1 (Holstein x Cebú) que pastaron gramas nativas (GN) y GN asociadas con *A. pintoii* CIAT 17434 (GNA).

Variable	Pastura		Significancia de la diferencia
	NG	NGA	
<b>Vacas intactas</b>			
Tiempo de apacentamiento (TA, min·día <sup>-1</sup> )	457±13	395±11	**
Tiempo de rumia (TR, min·día <sup>-1</sup> )	406±14	376±14	*
Otras actividades (OA, min·día <sup>-1</sup> )	304±14	413±15	**
Tasa de mordisco (TM <sub>IC</sub> , mordiscos/min)	51±0.75	41±0.72	**
Masa de mordisco (MM <sub>IC</sub> , g MO/mordisco) <sup>1</sup>	0.34±0.04	0.50±0.04	**
Consumo de MO (CMO <sub>IC</sub> , g MO·día <sup>-1</sup> )	7,924	8,098	
Consumo de MO (kg MO·100 kg PV <sup>-1</sup> )	1.49 ± 0.10	1.46 ± 0.04	**
<b>Vacas fistuladas al esófago</b>			
Tasa de mordisco (TM <sub>FE</sub> , mordiscos·min <sup>-1</sup> )	27±1	30±1	NS
Masa de mordisco (MM <sub>FE</sub> , g OM·mordisco <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	0.86±0.04	0.83±0.04	NS
Consumo de MO (CMO <sub>FE</sub> , g MO·día <sup>-1</sup> )	10,611	9,836	
Consumo de MO (kg MO·100 kg PV <sup>-1</sup> )	1.99 ± 0.08	1.77 ± 0.07	**

<sup>1</sup>Calculado a partir del consumo de MO (Cr-AIA), TA y TM de las vacas intactas.

<sup>2</sup>Calculado a partir de la extrusa esofágica colectada en 30 min, dividida entre el número total de bocados en el mismo tiempo.

Con respecto al consumo de MO calculado como el producto del tiempo de apacentamiento de las vacas intactas por la tasa de mordiscos y masa de mordiscos de las vacas fistuladas al esófago, la diferencia entre tratamientos fue altamente significativa ( $P<0.01$ ) a favor de GN sobre GNA, siendo en ambos casos valores mayores a los calculados con la técnica de doble marcador (Cuadro 2).

La asociación de las gramas nativas con *Arachis pintoii* afectó las variables del comportamiento ingestivo. Sin embargo, el consumo de pastura no se vio limitado ni por la disponibilidad de MS, que fue varias veces superior a los consumos estimados en ambos tratamientos y tampoco por el valor nutritivo de ambas pasturas, pues aún la planta completa presentó valores de PC superiores al valor crítico de 7% (Cuadro 3).

De la investigación anterior, se concluyó que:

1. La asociación de *Arachis pintoii* con la grama nativa mejoró la calidad nutritiva de la materia seca de la pastura y de la extrusa esofágica.

2. La calidad nutricia de la pastura de GN superó a la esperada para gramíneas tropicales, lo que contribuyó a que el consumo fuese similar entre tratamientos.
3. Los tiempos de apacentamiento y rumia en pastura asociada fueron inferiores a los de la grama nativa. Empero, los valores de ambas estuvieron en el rango bajo de la escala informada en la literatura, lo cual incidió en los bajos consumos de pasto encontrados.
4. El consumo de MO fue mayor para GN en comparación con la GNA, pero tal diferencia fue pequeña y de poca consecuencia para la producción animal.

### EFFECTO DE LA CARGA ANIMAL

La principal fuente de nutrientes para el ganado del trópico mexicano es el apacentamiento de gramas nativas (GN). Por otro lado, se sabe que la carga animal (CA, vacas-ha<sup>-1</sup>) afecta el comportamiento ingestivo del rumiante que pasta porque modifica la estructura del dosel vegetal, principalmente el contenido de hoja. Jarillo et al.<sup>23</sup> realizaron un experimento con el fin de estimar el efecto de la carga animal sobre el comportamiento ingestivo de vacas de doble propósito F1 (Holstein x Cebú).

**Cuadro 3.** Valor nutricional de la materia seca presente y la extrusa esofágica de pasturas de grama nativa (GN) y de GN asociada con *Arachis pintoii* CIAT 17434 (GNA). El periodo de recuperación fue de 20 días. Los valores son medias  $\pm$  errores estándar.

Variable	Pastura		Significancia de la diferencia
	NG	NG+Ap	
<b>Materia seca presente (kg /ha)</b>	2841 $\pm$ 213	3449 $\pm$ 275	NS
<b>MS disponible (kg MS·100 kgPV<sup>-1</sup>)</b>	12.7 $\pm$ 1.0	14.8 $\pm$ 1.2	NS
<b>Contenido de MS (%)</b>	Se registraron los tiempos de		
apacentamiento (TA, Planta completa)	34.3 $\pm$ 1.3	30.4 $\pm$ 1.1	*
Extrusa esofágica	16.4 $\pm$ 0.5	14.7 $\pm$ 0.4	**
<b>Proteína cruda (PC, % MS)</b>	min-día <sup>-1</sup> ), rumia (TR,		
min-día <sup>-1</sup> ) y la tasa de Planta completa	7.9 $\pm$ 0.1	11.9 $\pm$ 0.2	**
Extrusa esofágica	10.9 $\pm$ 0.4	14.8 $\pm$ 1.0	**
<b>Digestibilidad <i>In situ</i> de MO (%)</b>	mordiscos (TM,		
mordiscos·min <sup>-1</sup> ). Planta completa	63.7 $\pm$ 0.8	68.7 $\pm$ 1.2	**
Extrusa esofágica	57.2 $\pm$ 0.8	62.2 $\pm$ 0.9	**

NS no significativo (P>0.05); \* significativo (P<0.05); \*\* altamente significativo (P<0.01).

También se midieron la disponibilidad de MS de hoja disponible (DMSH, kg/ha) y la composición botánica (CB, %) de la pastura. Los niveles de carga animal utilizados fueron de 2, 3 y 4 vacas-ha<sup>-1</sup> (10 vacas por nivel). Se usó una rotación fija de 3 días de ocupación por 27 días de recuperación. Cada vaca se observó cada 10 min por 24 h continuas registrando si estaba pastando ó rumiando, y en los últimos 10 min de cada hora, se tomó el tiempo que cada vaca ocupó para aplicar 20 mordiscos; éste procedimiento se realice durante 4 días por época (E) del año (EL, lluvias; EN, nortes; y ES, sequía) entre 2005 y 2006. El análisis de varianza incluyó los efectos de CA, E y CAXE, con los animales como repeticiones; se usó el nivel de P<0.05 como criterio de significancia estadística.

La carga animal afectó a la DMSH:  $2423 \pm 743$ ,  $2495 \pm 922$  and  $2079 \pm 817$   $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para 2, 3 and 4 vacas·ha<sup>-1</sup>, respectivamente; ésta variable también fue afectada por la época:  $3388 \pm 1001$ ,  $1784 \pm 735$  and  $1825 \pm 660$   $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , para las épocas de lluvias, nortes y sequía, respectivamente. A medida que la carga animal se incrementó, las gramíneas nativas se incrementaron, en tanto que las introducidas tendieron a desaparecer.

La carga animal afectó al tiempo de apacentamiento:  $428 \pm 71$ ,  $462 \pm 55$  y  $400 \pm 83$   $\text{min}\cdot\text{día}^{-1}$  para 2, 3 y 4 vacas·ha<sup>-1</sup>. La época del año no afectó al TA. El tiempo de rumia fue afectado por la carga animal, disminuyendo a medida que la carga aumentó:  $372 \pm 104$ ,  $364 \pm 96$  y  $315 \pm 90$   $\text{min}\cdot\text{día}^{-1}$  para las cargas en el orden citado arriba. Asimismo, el efecto de la carga animal fue significativo sobre la tasa de mordiscos:  $50 \pm 6$ ,  $48 \pm 6$  y  $50 \pm 7$   $\text{mordiscos}\cdot\text{min}^{-1}$  para las mismas cargas.

Aún cuando la carga animal afectó las variables del comportamiento ingestivo, no se pudo establecer una asociación bien definida entre éstas y la disponibilidad de hoja.

## IMPLICACIONES

Sin duda, la medición del comportamiento ingestivo es en una herramienta útil para explicar por qué ocurren y por qué no ocurren diferencias entre tratamientos en los experimentos de pastoreo. La observación visual, tediosa y con altos requerimientos de mano de obra entrenada, sigue siendo en nuestro medio, la opción más viable para realizar estudios de comportamiento ingestivo.

No obstante, debe perseguirse en la medida que el financiamiento externo lo permita la adquisición equipo electrónico de medición para probarlo en condiciones tropicales, pues a la fecha la mayoría de las experiencias ha sido en áreas templadas. No debe descartarse también el estudio del comportamiento ingestivo por otras vías, como el "videoclip" o el análisis del sonido producido por el animal al pastar, que puede grabarse directamente a la computadora empleando micrófonos inalámbricos de largo alcance.

Se demostró que la producción de leche·ha<sup>-1</sup> está en buena medida controlada por el contenido de hoja y que a medida que avanza el periodo de ocupación, el tiempo de apacentamiento se reduce paralelamente a la reducción de hoja. Esto implica que el objetivo del manejo de pasturas debe ser la producción de pasto muy hojosos.

Contrario al conocimiento convencional, se encontró que las gramas nativas pueden tener un valor nutritivo alto, particularmente con periodos de rebrote cortos. Esto implica, desde el punto de vista nutricional, que pudiera no ser necesario asociar gramíneas bien manejadas a leguminosas, más la asociación si pudiera ser benéfica a la fertilidad del suelo y la sustentabilidad de la pastura.

La carga animal controla la DMSH. Sin embargo, la asociación entre ésta y comportamiento ingestivo no fue perfecta. Es probable que variables como la altura de la pastura, la disposición vertical de tallos y la misma composición botánica, estén incidiendo tanto o más que la carga, en la determinación del comportamiento ingestivo.

## LITERATURA CITADA

1. **AFRC**. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford, UK: CAB International. 1993.
2. Weston, R.H.. Animal factors affecting feed intake. In Hacker JB, editor. Nutritional limits to animal production from pastures. Slough, UK: CAB International. 1982: 183-198.

3. Minson DJ. Forage in Ruminant Nutrition. New York: Academic Press, 1990.
4. Moore JE. Forage quality indices: development and application. In Fahey GC *et al.*, editors. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA. 1994:967-998.
5. Hodgson J. Ingestive Behaviour. In Leaver JD, editor. Herbage Intake Handbook. Hurley, UK: British Grassland Society. 1982:113-138.
6. Burns JC, Pond KR, Fisher DS. Measurement of forage intake. In Fahey GC *et al.*, editors. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA. 1994:494-526.
7. Wade MH, Carvalho PCF. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In Lemaire G, Hodgson J, De Moraes A, Nabinger C, Carvalho PCF, editors. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, UK: CABI Publishing. 2000:233-248.
8. Penning PD. (Editor). The Herbage intake handbook (2<sup>nd</sup> edition). Reading: British Grassland Society. 2004.
9. Raymond WF, Minson DJ.. The use of chromic oxide for estimating the faecal production of grazing animals. J Brit Grassl Soc 1955;10(4):282-296.
10. Dove H, Coombe JB.. A comparison of methods for estimating supplement intake and diet digestibility in sheep. Anim Prod Aust 1992;19:239-241.
11. Tilley JMA, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J Brit Grassl Soc 1963;18:104-111.
12. Jones DIH, Hayward MV. A cellulase digestion technique for predicting the dry matter digestibility of grasses. J Sci Food Agric 1973;24:14-19.
13. Ørskov ER, Mc Donald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci Camb 1979;92:499-503.
14. Sosa CA, Castillo E, Jarillo J, 't Mannetje L, Aluja A., Monsalve RA. Ruminal degradation and ingested crude protein content of native pastures with or without *Arachis pinto*, in the humid tropics of México. Liv Res Rural Dev [Serial online] 2001, 13(4):[11 screens]. Available from: URL: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/4/sosa134.htm>.
15. Jones RJ, Lascano CE. Oesophageal fistulated cattle can give unreliable estimates of the proportion of legume in the diets of resident animals grazing tropical pastures. Grass and Forage Science 1992;47(2):128-132.
16. Castillo GE. Improving a native pasture with the legume *Arachis pinto* in the humid tropics of México (PhD thesis). Wageningen, The Netherlands: University of Wageningen, 2003.
17. Penning PD, Rutter SM. Ingestive behaviour. In: Penning PD, editor. Herbage Intake Handbook - 2nd ed. Reading: British Grassland Society, 2004:151-175.
18. Rutter SM, Champion RA, Penning PD. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. Appl Anim Behaviour Sci 1997;54:185-195.
19. Rutter SM, Penning PD, Rook AJ, Orr RJ, Gibb MJ, Champion RA, Huckle C. An algorithm for the automatic processing of recordings of foraging behaviour by cattle. In: Hemsworth P, Spinka M, editors. Proceedings of the 31st International Congress of the International Society for Applied Ethology; 1997 Aug 13-16; Prague, Csechoslovakia.
20. Champion RA, Rutter SM, Orr RJ. Distinguishing bites and chews in recordings of the grazing jaw movements of cattle. Proceedings of the 5th Research Conference of the British Grassland Society; 1997 September 8-10; Seale-Hayne, Newton Abbot, UK.
21. Nochebuena NG, Valles MB, De Lucía SGR. Comportamiento del pastoreo y producción de leche en vacas F1 (Holstein-Cebú) en una pradera de zacate elefante en Veracruz, México. Av Inv Agropecuaria 1994;3(1):16-27.
22. Rodríguez HK, Castillo, GE, Jarillo RJ, 't Mannetje L, Aluja SA. Ingestive behaviour of dual-purpose cows grazing native pastures with and without the legume *Arachis pinto*. Resumen

sometido al Comité Científico del XLI Congreso de la Sociedad Internacional para la Etología Aplicada, para presentación en cartel. 2007.

23. Jarillo RJ, Castillo GE, Ramírez AL. Stocking rate effects on cattle ingestive behaviour, leaf availability and botanical composition of native gramma pastures in the humid tropics of México. Resumen sometido al Comité Científico del XLI Congreso de la Sociedad Internacional para la Etología Aplicada, para presentación en cartel. 2007.