

Capítulo 6

VALOR NUTRITIVO

La composición química y la digestibilidad de la oferta forrajera de la pastura nativa varían en función de época, edad del rebrote, especie y parte de la planta. A su vez, el valor nutritivo depende de la composición química y digestibilidad de la planta.

Los estimadores más usuales, en la caracterización de la composición química, son los contenidos de macro y micronutrientes. En el primer grupo se encuentran los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Con el valor de nitrógeno se determina un nuevo estimador, la proteína cruda (PC), sobre la base de la siguiente fórmula:

$$\text{Proteína cruda, \%} = \text{N, \%} * 6,25$$

En el segundo grupo se determina la concentración de boro, cobre, hierro, manganeso y zinc. La digestibilidad se determina básicamente según dos metodologías: digestibilidad *in vitro* o *in situ* de la materia seca.

En el presente capítulo se presenta información del valor nutritivo de la oferta forrajera, durante las épocas de lluvia, transición y seca, de cinco especies relevantes del llano inundable. Dos de ellas, paja de sabana (*Axonopus purpusii*) y paja cuchilla (*Leptocoryphium lanatum*) habitan en áreas altas y bien drenadas de la sabana. En el bajío se caracteriza el valor nutritivo de lambedora (*Leersia hexandra*) y jajato (*Panicum laxum*), y para el estero se presentan valores de la especie más representativa del ecosistema, en este caso paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*).

Proteína cruda

El contenido medio de PC en *A. purpusii* alcanza a 7,3, 6,5 y 5,9 % y en *L. lanatum* a 6,8, 6,6 y 5,4 % en épocas lluviosa, transición y seca, respectivamente (Cuadro 34). En cambio, en sabanas inundables los valores más altos se encuentran en la época de transición y los más bajos se localizan en la época lluviosa en el caso de *P. laxum* e *H. amplexicaulis* y en la época seca en *L. hexandra*.

El contenido de PC varía, durante el año, en *A. purpusii* de 3,7 a 10,1, en *L. lanatum* de 4,0 a 8,9, en *P. laxum* de 5,2 a 16,9, en *L. hexandra* de 5,1 a 17,0 y en *H. amplexicaulis* de 5,4 a 21,7 %. El contenido medio de PC por especie alcanza a 6,3, 6,4, 7,7, 8,2 y 14,1 % para *L. lanatum*, *A. purpusii*, *P. laxum*, *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, respectivamente.

En sabanas altas, durante el período de utilización preferente los contenidos proteicos fluctúan de 5,3 a 10,1 y de 4,8 a 8,9 % en *A. purpusii* y *L. lanatum*, respectivamente, y coinciden con resultados obtenidos en gramíneas nativas tropicales por Muñoz *et al.* (1986a, b), Tejos (1986a) y Morales y Berroterán (1991). A las cuatro semanas del corte de uniformidad los valores proteicos se incrementan y sobrepasan el nivel crítico del 7 % señalado por Minson (1981) y después de ese momento el contenido proteico desciende semanalmente de 0,25 a 0,58 %. En cambio,

durante la época de mínima precipitación los contenidos proteicos de los pastos nativos están alrededor de 5 % PC y desde un punto de vista de utilización estas pasturas deberían excluirse del pastoreo.

Cuadro 33. Contenido de proteína cruda en la oferta forrajera.

Época	PC, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	7,3 a	6,8 a	6,1 c	7,6 b	8,7 b
Transición	6,5 a	6,6 a	9,8 a	9,8 a	17,4 a
Seca	5,9 a	5,4 a	7,2 a	6,8 b	16,2 a
Media	6,4 (4)	6,3 (5)	7,7 (3)	8,1 ((2)	14,1 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

En sabanas moderadamente anegadizas los valores de PC fluctúan de 5,2 a 16,9 % en *P. laxum* y de 5,1 a 17,0 % en *L. hexandra*. Durante la primera utilización del pastizal (antes de la inundación) la concentración varía de 8,9 a 16,9 % y de 8,2 a 17,0 % PC en la primera y segunda especie, respectivamente y coinciden con reportes preliminares de Tejos (1984b; 1988a). Durante el segundo período de utilización (después de desaparecer la inundación) la concentración fluctúa de 6,0 a 8,3 % PC en ambas especies y ratifican experiencias de Tejos (1988a) en sabanas de Apure.

Con el inicio del período lluvioso de la sabana estas especies alcanzan un rebrote acelerado, con dominio de hojas y los contenidos proteicos superan holgadamente el nivel crítico, alcanzando en las primeras semanas valores superiores a 20 % PC, y en consecuencia la oferta forrajera y el valor nutritivo son muy satisfactorio. En cambio, al desaparecer la lámina de inundación la concentración proteica de la oferta forrajera disminuye rápidamente. Cuando la humedad del suelo está por debajo de 10 %, el contenido de PC desciende semanalmente alrededor de 0,4 a 0,5 %.

En sabanas fuertemente inundadas el contenido de PC en *H. amplexicaulis* fluctúa de 5,4 a 21,2 % a través del año. Sin embargo, interesa fundamentalmente el contenido proteínico durante la etapa seca de la sabana. Los valores más bajos se encuentran en la biomasa acumulada durante el período inundado y ésta constituye la oferta inicial al desaparecer la lámina de agua. En ese momento existe un contenido medio de 5,4 %, por debajo del nivel crítico (Minson, 1981), pero en el rebrote posterior dominan las hojas y el contenido proteínico está alrededor de 15 a 17 %. Sin embargo, a inicios del período lluvioso, cuando se registra un rebrote muy violento, los contenidos superan al 20 % de PC. Estos valores coinciden con experiencias de Tejos (1984a) y de Wildin (1989), son excelentes, y cubren holgadamente los requerimientos de bovinos en pastoreo (NRC, 1984).

Fósforo

La concentración de P en la oferta forrajera disminuye en todas las especies estudiadas al pasar de la época lluviosa a la seca. Los valores medios descienden de 0,11 a 0,08 % en *A. purpusii*, de 0,11 a 0,08 % en *L. lanatum*, de 0,10 a 0,07 % en *P.*

laxum, de 0,09 a 0,07 % en *L. hexandra* y de 0,18 a 0,16 % en *H. amplexicaulis* durante la época lluviosa y seca, respectivamente (Cuadro 35).

Cuadro 35. Contenido de fósforo en la oferta forrajera.

Época	P, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	0,11 a	0,11 a	0,08 b	0,09 a	0,17 b
Transición	0,11 a	0,09 b	0,10 a	0,09 a	0,18 a
Seca	0,08 b	0,08 c	0,07 c	0,07 b	0,16 c
Media	0,10 (2)	0,09 (3)	0,08 (4)	0,08 (4)	0,17 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

El contenido de P de la pastura varía de 0,06 a 0,15, de 0,07 a 0,12, de 0,06 a 0,12, de 0,05 a 0,14, y de 0,10 a 0,22 % en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra* y *H. amplexicaulis*, respectivamente. Los valores medios alcanzan a 0,08, 0,08, 0,09, 0,10 y 0,17% P en *L. hexandra*, *P. laxum*, *L. lanatum*, *A. purpusii* e *H. amplexicaulis*, respectivamente.

En sabanas altas la concentración de P, durante la época de utilización preferente (junio-diciembre), fluctúa de 0,08 a 0,15 % y de 0,07 a 0,12 % en *A. purpusii* y *L. lanatum*, respectivamente. Estos valores son similares a los señalados por Sarmiento (1978) y Tejos *et al.* (1991a) para condiciones de Venezuela y Trindade y Cavalheiro (1990a) en Brasil. Los rangos de P antes señalados son insuficientes para cubrir los requerimientos de bovinos en pastoreo (NRC, 1984).

En sabanas levemente inundadas la concentración de P, antes que ocurra la inundación, fluctúa de 0,06 a 0,14 % y después de la desaparición se alcanzan concentraciones de 0,06 a 0,09 %. Estos rangos son similares a los encontrados por Tejos (1988a) bajo condiciones de sabana inundable y están señalando que los pastos nativos de bajo presentan deficiencia de P foliar durante todo el año (NRC, 1984).

En sabanas fuertemente inundadas, el contenido de P en *H. amplexicaulis* varía de 0,10 a 0,22 % a través del año. En cambio, durante la época seca fluctúa de 0,13 a 0,20 %. Estos valores son similares a los encontrados por Tejos (1988a). Durante todo el período seco esta especie presenta valores en P que resultan insuficientes para el requerimiento animal (NRC, 1984). En cambio, durante el período inundado los valores se incrementan debido, posiblemente, a un fenómeno de oxi-reducción, al aumentar el pH del suelo bajo condiciones anaeróbicas, se libera P y éste es extraído por la especie hidrófila estudiada. En cambio, cuando el suelo se seca nuevamente, vuelve a una condición aeróbica, la alta concentración de Fe disponible en este suelo reacciona con el P y la solubilidad de este macronutriente disminuye. Este fenómeno repercute negativamente en la concentración de P en las especies hidrófilas de la sabana durante la época seca (Black, 1975).

Potasio

La concentración de K de la oferta desciende de 0,92 a 0,48 % en *A. purpusii*, de 0,78 a 0,60 % en *L. lanatum*, de 0,66 a 0,32 % en *P. laxum*, de 0,76 a 0,35% en *L. hexandra*, de 1,39 a 1,38 % en *H. amplexicaulis* durante las épocas lluviosa y seca, respectivamente (Cuadro 36).

Cuadro 36. Contenido de potasio en la oferta forrajera.

Época	K, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	0,92 a	0,78 a	0,66 a	0,76 a	1,39 b
Transición	0,67 b	0,63 a	0,74 a	0,80 a	2,01 a
Seca	0,48 c	0,60 c	0,32 b	0,35 b	1,38 b
Media	0,69 (2)	0,67 (2)	0,57 (3)	0,64 (2)	1,59 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

El contenido de K en la oferta de la pastura nativa varía, a lo largo del año, de 0,32 a 1,52, de 0,29 a 1,10, de 0,22 a 1,33, de 0,20 a 1,10, y de 0,59 a 2,46 % en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, respectivamente. La concentración media de las especies evaluadas alcanza a 0,57, 0,64, 0,67, 0,69 y 1,59 % K en *P. laxum*, *L. hexandra*, *L. lanatum*, *A. purpusii* e *H. amplexicaulis*, respectivamente.

En sabanas altas, durante la época lluviosa, la concentración de K fluctúa de 0,47 a 1,52 % en *A. purpusii* y de 0,47 a 1,06 % en *L. lanatum*. Estos valores son ligeramente inferiores a los encontrados por Sarmiento (1978) y Tejos (1986a). Esta diferencia, posiblemente se explica porque la información de los últimos autores procede de experimentos montados en unidades de banco, que generalmente dispone de un mayor contenido de K en el suelo. La concentración media de potasio tiende a aumentar de 0,42 a 0,79 % por efecto de lluvia. Durante la época lluviosa la concentración de K de las plantas nativas es adecuada para bovinos en pastoreo (NRC, 1984). En relación con la edad del rebrote los valores más altos ocurren alrededor de las cuatro semanas y luego, gradualmente, tienden a disminuir.

En sabanas de bajío, antes que ocurra la inundación, la concentración de K fluctúa de 0,66 a 1,33 % en *P. laxum* y de 0,83 a 1,10 % en *L. hexandra*, y cuando desaparece el agua la concentración media varía de 0,47 a 0,64 y de 0,67 a 0,82 % en las mismas especies. Estas concentraciones son similares a las reportadas por Tejos (1986c) y en general, los valores medios son adecuados para bovinos en pastoreo. Cuando se intensifica la época seca de la sabana, la concentración de K en ambas especies disminuye drásticamente (Tejos y Arias, 1988).

En sabanas bajas, durante la época seca, la concentración de K en *H. amplexicaulis* cambia de 0,96 a 1,74 %. Estos valores son similares a los encontrados por Tejos (1986c) y son satisfactorios para bovinos en pastoreo (NRC, 1984).

Calcio

La concentración de Ca en la oferta, a través del año, sufre ligeras variaciones. Sin embargo, en las cinco especies tiende a ser más elevada durante la época de transición (Cuadro 37).

La concentración de Ca varía de 0,12 a 0,45, de 0,06 a 0,38, de 0,09 a 0,43, de 0,07 a 0,33, y de 0,08 a 0,28 % en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, respectivamente. La concentración media alcanza a 0,13 % en *L. lanatum*, 0,17 % en *P. laxum*, 0,19 % en *L. hexandra*, 0,20 % en *H. amplexicaulis* y 0,23 % Ca en *A. purpusii*.

Cuadro 37. Contenido de calcio en la oferta forrajera.

Época	Ca, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	0,17 b	0,11 a	0,14 a	0,20 a	0,16 a
Transición	0,31 a	0,17 a	0,20 a	0,19 a	0,23 a
Seca	0,21 b	0,11 a	0,17 a	0,19 a	0,22 a
Media	0,23 (1)	0,13 (4)	0,17 (3)	0,19 (2)	0,20 (2)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Durante la época lluviosa, en sabanas altas, la concentración de Ca fluctúa de 0,12 a 0,45 % en *A. purpusii* y de 0,06 a 0,38 % en *L. lanatum*. La concentración media de Ca alcanza 0,21 % en la primera especie y 0,13 % para la segunda. La primera muestra valores deseables para bovinos en pastoreo, pero la segunda alcanza valores muy bajos e insuficientes para el rebaño (NRC, 1984). Estos valores son inferiores a los encontrados usualmente en la literatura sobre pastos nativos tropicales (Muñoz *et al.*, 1986a,b; Tejos, 1986a; Torres *et al.*, 1990). Estas diferencias probablemente se explican, porque una unidad fisiográfica de médano contiene una menor disponibilidad de Ca en el suelo que otra de banco (Tejos, 1986b).

A través del año, en ambas especies, se aprecian incrementos y descensos en la concentración de Ca que no son consecuencia de las variables analizadas y posiblemente responden a una variable no evaluada en el estudio de Tejos (1994). Sin embargo, en condiciones edafo-climáticas similares *A. purpusii* resultó ser una especie hábil para absorber el escaso Ca del suelo, pero *L. lanatum* fue incapaz de lograrlo.

En sabanas levemente inundadas, antes de la inundación, se alcanzan valores medios de 0,12 a 0,22 % Ca en *P. laxum* y de 0,07 a 0,18 % en *L. hexandra* y cuando desaparece la inundación la concentración fluctúa de 0,11 a 0,43 % en *P. laxum* y de 0,16 a 0,25 % Ca en *L. hexandra*. Si se asume que los bovinos pastorean estas áreas alrededor de seis semanas antes de la inundación y un tiempo similar cuando en este sector ha desaparecido el agua superficial, entonces los valores medios ascienden a 0,16 y 0,21 % Ca para esas épocas y estarían señalando una leve deficiencia de Ca en la pastura nativa en el lapso mayo-junio (Tejos, 1986c; Torres *et al.*, 1990).

En sabanas bajas la concentración de Ca en *H. amplexicaulis*, durante la época seca, alcanza valores medios de 0,16 a 0,28 % y la media general a 0,22 %. Esta

concentración satisface adecuadamente el requerimiento de bovinos en pastoreo durante la época seca de la sabana. Los valores antes señalados son ligeramente superiores a los encontrados en la sabana inundable de Apure (Tejos, 1986c).

Magnesio

La concentración de Mg en la oferta forrajera de especies de sabana alta es más elevada durante la época de transición. En cambio, en sabanas levemente inundables no se aprecia un efecto de época sobre la concentración de este macronutriente. Pero, en *H. amplexicaulis* la mayor concentración de Mg se encuentra durante las épocas de transición y seca (Cuadro 38).

El contenido de Mg en las gramíneas nativas estudiadas varía de 0,10 a 0,31, de 0,06 a 0,14, de 0,08 a 0,24, de 0,06 a 0,18, y de 0,08 a 0,32 % en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, e *H. amplexicaulis*, respectivamente. La concentración media de Mg en las cinco especies estudiadas por Tejos (1994), en orden ascendente, es la siguiente: *L. lanatum*, *L. hexandra*, *P. laxum*, *A. purpusii* e *H. amplexicaulis*.

Cuadro 38. Contenido de magnesio en la oferta forrajera.

Época	Mg, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	0,14 b	0,09 b	0,15 a	0,11 a	0,12 b
Transición	0,22 a	0,12 a	0,14 ab	0,11 a	0,23 a
Seca	0,14 b	0,09 b	0,11 b	0,10 b	0,23 a
Media	0,17 (1)	0,10 (3)	0,13 (2)	0,11 (3)	0,19 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

La concentración de Mg en pastos nativos de sabanas altas, durante la época lluviosa, varía de 0,10 a 0,31 % en *A. purpusii* y de 0,06 a 0,14 % en *L. lanatum* y el promedio general alcanza a 0,17 y 0,10 % para la primera y segunda especie, respectivamente. Esta concentración resulta superior a la encontrada por Nazoa y López (1981) en sabanas secas cercanas a Puerto Ayacucho, pero resultó inferior a la encontrada por Sarmiento (1978) en tres sabanas de Barinas. La concentración media de Mg en la oferta forrajera, de ambas especies, es adecuada para cubrir el requerimiento de bovinos en pastoreo (McDowell *et al.*, 1984).

En sabanas levemente inundadas, antes que ocurra la inundación del sector, la concentración de Mg fluctúa de 0,08 a 0,15 % en *P. laxum* y de 0,08 a 0,11 % en *L. hexandra*. Una vez desaparecida el agua superficial la concentración de este nutriente varía de 0,08 a 0,16 % y de 0,06 a 0,16 % en las mismas especies. Los valores medios alcanzados fueron 0,11 y 0,12 % de Mg antes y después de la inundación y son similares a los encontrados por Tejos y Arias (1988) y son satisfactorios para cubrir los requerimientos del rebaño (McDowell *et al.*, 1984).

En sabanas bajas la concentración de Mg en *H. amplexicaulis*, durante la época de mínima precipitación, fluctúa de 0,15 a 0,29 % y satisface ampliamente el requerimiento de bovinos en pastoreo. Al comparar la concentración de Mg durante la

etapa inundada con la seca se observan valores más elevados en esta última etapa (0,23 vs 0,12), prácticamente duplicaron a la concentración media de la etapa inundada. Esta diferencia posiblemente se explica porque el Mg se desplaza libremente en la solución del suelo (Tisdale y Nelson, 1991) o en el agua de inundación.

Cobre

La concentración de Cu generalmente es más elevada durante la época lluviosa. En cambio, los valores más bajos en las especies estudiadas, se encuentran durante la época seca (Cuadro 39).

El contenido de Cu en el estrato superior de las forrajeras nativas varía de 2 a 9, de 1 a 12, de 2 a 9, de 2 a 9, y de 2 a 11 ppm en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, e *H. amplexicaulis*, respectivamente. La concentración media alcanza a 4 ppm en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum* e *H. amplexicaulis*, y a 5 ppm en *L. hexandra*.

Cuadro 39. Contenido de cobre en la oferta forrajera.

Época	Cu, ppm				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	6 a	5 a	6 a	6 a	5 a
Transición	4 b	6 a	4 b	5 b	3 b
Seca	3 c	2 b	2 c	4 c	2 b
Media	4 (2)	4 (2)	4 (2)	5 (1)	4 (2)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Durante la época lluviosa, en sabanas altas, la concentración de Cu fluctúa de 3 a 9 en *A. purpusii* y de 2 a 12 ppm en *L. lanatum*. La media general alcanza a 5,2 y 5,5 ppm para la primera y segunda especie, respectivamente. Estos valores son similares a los encontrados en pastos tropicales (Sánchez *et al.*, 1986; Pott *et al.*, 1989a; Sousa *et al.*, 1989 y Trindade *et al.*, 1990b). Si se acepta una concentración de 4 ppm como el nivel crítico (McDowell *et al.*, 1984; León *et al.*, 1985; Salinas y Saif, 1989) para este nutrimento, entonces ambas especies realizan aportes adecuados para los bovinos. En cambio, durante la época seca su concentración desciende a 3,2 y 1,8 ppm en *A. purpusii* y *L. lanatum*, respectivamente y ambas presentan deficiencias (Morillo, 1985; Salinas y Saif, 1989; Torres *et al.* 1990).

En sabanas de bajío, antes que ocurra la inundación del área, la concentración de cobre fluctúa de 3 a 8 ppm en *P. laxum* y de 3 a 9 ppm en *L. hexandra*. Una vez desaparecida la inundación del sector la concentración fluctúa de 2 a 3 ppm en ambas especies. Estos valores deben considerarse adecuados para bovinos en pastoreo en la fase anterior a la inundación, pero deficitarios en la etapa post-inundación.

En sabanas bajas la concentración de Cu en *H. amplexicaulis*, durante la época seca, fluctúa de 2 a 4 ppm y resulta similar a los datos señalados por Tejos y Arias

(1988) para una sabana fuertemente inundable. La concentración media de Cu durante la etapa inundada y seca alcanza a 5,4 y 2,4 ppm, respectivamente.

Hierro

El contenido de Fe en la oferta, de las especies de sabana alta, no es afectado por la época del año. En cambio, en especies de bajo la concentración de Fe tiende a ser más elevada durante la época seca y en la especie de estero estudiada es ligeramente más elevada durante la etapa inundada de la sabana (Cuadro 40).

Cuadro 40. Contenido de hierro en la oferta forrajera.

Época	Fe, ppm				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	253 a	181 a	496 ab	568 ab	622 a
Transición	235 a	224 a	328 a	394 b	347 b
Seca	288 a	221 a	563 a	653 a	531 ab
Media	259 (4)	209 (5)	462 (3)	538 (1)	500 (2)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

La concentración de Fe en el estrato superior de la pastura varía de 168 a 379, de 120 a 310, de 140 a 772, de 242 a 809, y de 168 a 896 ppm en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, *H. amplexicaulis*, respectivamente. El ordenamiento ascendente de estas especies, basado en el contenido medio de hierro, es el siguiente: *L. lanatum*, *A. purpusii*, *P. laxum*, *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*.

Durante la época lluviosa, en sabanas altas, la concentración de Fe fluctúa de 168 a 344 ppm en *A. purpusii* y de 120 a 282 ppm en *L. lanatum*. La media general para épocas lluviosa y seca asciende a 248 y 288 ppm en *A. purpusii* y de 194 a 221 ppm en *L. lanatum*, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por Trindade y Cavalheiro (1990) en pastos nativos tropicales del Brasil y aunque exceden a los valores deseables señalados por el NRC (1984) deben considerarse adecuados para el rebaño.

En sabanas levemente inundadas, antes que ocurra la inundación, la concentración de Fe varía de 140 a 606 ppm en *P. laxum* y de 242 a 478 ppm en *L. hexandra*. Al desaparecer la inundación los rangos fluctúan de 250 a 432 y de 288 a 526 ppm en las mismas especies. Estos rangos exceden los valores deseables para bovinos, pero aún no alcanzan valores tóxicos (NRC, 1984). Al igual que en áreas altas y bien drenadas, en sabanas que reciben una inundación máxima de 10 cm, la concentración de Fe en tejidos fue más elevada durante la época seca que durante la lluviosa (543 vs 417 ppm) y de las especies dominantes de esta unidad fisiográfica *L. hexandra*, sostenidamente durante el año, presenta concentraciones más elevadas en Fe.

En sabanas bajas la concentración de Fe en *H. amplexicaulis*, durante la época seca, fluctúa de 256 a 758 ppm y resulta inferior a lo señalado por Tejos y Arias (1988) en sabanas fuertemente inundables de Apure. Estos valores aunque exceden los

rangos deseables determinados por el NRC (1984) aún no alcanzan niveles tóxicos para bovinos.

Manganeso

La concentración de Mn disminuye de la época lluviosa a la seca en especies de sabanas altas. En cambio, en las especies de sabanas inundables la mayor concentración de Mn, en la oferta forrajera, se encuentra durante la época seca (Cuadro 41).

Cuadro 41. Contenido de manganeso en la oferta forrajera.

Época	Mn, ppm				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	161 a	128 a	216 a	172 b	172 a
Transición	115 b	128 a	208 a	202 b	123 a
Seca	123 b	107 a	264 a	265 a	184 a
Media	133 (4)	121 (5)	229 (1)	213 (2)	160 (3)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

La concentración de Mn en la oferta forrajera varía de 83 a 203, de 95 a 173, de 137 a 320, de 126 a 262, y de 101 a 302 ppm en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, respectivamente. El contenido medio aumenta de 121 a 133, a 160, a 213 y a 229 ppm en *L. lanatum*, *A. purpusii*, *H. amplexicaulis*, *L. hexandra* y *P. laxum*, respectivamente.

Durante la época lluviosa, en sabanas altas, la concentración de Mn varía de 83 a 203 ppm en *A. purpusii* y de 95 a 173 ppm en *L. lanatum*. La media general descendió de 161 a 123 ppm en *A. purpusii* y de 128 a 107 ppm en *L. lanatum* durante las épocas de lluvia y seca, respectivamente. A través del año, bajo condiciones ecológicas similares *A. purpusii* extrae más Mn que *L. lanatum*. Estos valores se encuentran dentro de los rangos señalados por la literatura de pastos tropicales (Sánchez *et al.*, 1986; Pott *et al.*, 1989; Trindade y Cavalheiro, 1990) y aunque exceden los valores deseables señalados por el NRC (1984) deben considerarse adecuados para bovinos en pastoreo.

En sabanas ligeramente inundadas, antes que ocurra la inundación del sector la concentración del Mn fluctúa de 146 a 213 ppm en *P. laxum* y de 126 a 214 ppm en *L. hexandra*. Luego de desaparecer la inundación, la concentración varía de 189 a 271 ppm y de 200 a 267 ppm en las mismas especies. Estos valores exceden a los rangos deseables indicados por el NRC (1984), pero no alcanzan niveles que pudieran considerarse tóxicos. A diferencia de la sabana alta los promedios de Mn son ligeramente superiores durante la época seca en comparación con la lluviosa (243 vs 202 ppm). En esta unidad fisiográfica, bajo condiciones ecológicas similares, *P. laxum* extrae más Mn que *L. hexandra*.

En sabanas bajas la concentración de Mn en *H. amplexicaulis*, durante la época seca, fluctúa de 101 a 302 ppm y estos valores son similares a los señalados por Tejos y Arias (1988). Estos valores aunque exceden a los indicados por el NRC (1984) aún no alcanzan niveles que pudieran considerarse tóxicos.

La concentración de Mn en los tejidos de las especies estudiadas varía durante el año. En sabanas altas y bien drenadas se encuentran tendencias a una mayor concentración de este nutriente en la época lluviosa. En cambio, en sabanas inundables la concentración más elevada se encuentra en la época seca. Esta diferencia se explica por dos razones. La primera señala que la disponibilidad de este micronutriente en el suelo es más elevada durante la época seca y por este motivo las plantas realizan una mayor absorción. La segunda, bajo condiciones anaeróbicas durante la etapa inundada, presumiblemente el pH del suelo tiende a aumentar y el Mn pasaría de una forma divalente a trivalente e incluso tetravalente, que es más inerte, y las especies hidrófilas efectuarían una absorción más reducida mientras permanezcan condiciones de anaerobiosis (Tisdale y Nelson, 1991).

Zinc

La concentración de Zn sufre leves variaciones a través del año en las cinco especies estudiadas por Tejos (1994) (Cuadro 42).

Cuadro 42. Contenido de zinc en la oferta forrajera.

Época	Zn, ppm				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	47 a	45 a	41 b	48 a	47 ab
Transición	27 b	37 a	46 b	53 b	59 a
Seca	40 a	47 a	59 a	46 a	44 b
Media	38 (3)	43 (2)	49 (1)	49 (1)	50 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

La concentración de Zn en el estrato superior de las forrajeras nativas varía de 23 a 78, de 26 a 78, de 20 a 69, de 22 a 95, y de 34 a 70 ppm en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, e *H. amplexicaulis*, respectivamente.

Durante la época lluviosa, en sabanas altas, la concentración de Zn varía de 23 a 78 ppm en *A. purpusii* y de 26 a 58 ppm en *L. lanatum*. La media general fluctúa de 47 a 40 en la primera especie y de 45 a 47 ppm en la segunda en épocas lluviosa y seca, respectivamente. Estos valores son superiores a los señalados en la literatura (Sánchez *et al.*, 1986; Pott *et al.*, 1989) y aunque exceden los rangos óptimos señalados por el NRC (1984) deben considerarse adecuados para bovinos en pastoreo.

En sabanas levemente inundadas, antes que ocurra la inundación, la concentración de Zn fluctúa de 46 a 60 ppm en *P. laxum* y de 57 a 95 ppm en *L. hexandra*. Una vez desaparecida la inundación varían de 20 a 52 y de 22 a 46 ppm para las mismas especies. Estos valores están dentro de los rangos encontrados por Tejos y Arias (1988) para sabanas inundables de Venezuela, y aunque exceden los valores

deseables deben considerarse satisfactorios para el requerimiento animal (NRC, 1984; Salinas y Saif, 1989).

En sabanas bajas la concentración de Zn en *H. amplexicaulis*, durante la época seca fluctúa de 34 a 70 ppm, valores que están dentro de los rangos señalados por Tejos y Arias (1988) y aunque exceden los valores aceptados como deseables (NRC, 1984; Salinas y Saif, 1989) deben considerarse satisfactorios para bovinos en pastoreo.

Digestibilidad de la oferta forrajera en gramíneas

Los valores de la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de la oferta forrajera, en las cinco especies estudiadas, dependen de la época, edad del rebrote y de la especie.

La DISMS no es afectada por la época del año en las especies *A. purpusii*, *L. lanatum* e *H. amplexicaulis*. En cambio, en especies de sabana levemente inundada la DISMS tiende a ser más elevada durante la época de transición (Cuadro 43).

Cuadro 43. Digestibilidad de la oferta forrajera durante el año.

Época	DIVMS, %				
	<i>A. purpusii</i>	<i>L. lanatum</i>	<i>P. laxum</i>	<i>L. hexandra</i>	<i>H. amplexicaulis</i>
Lluvia	54,8 a	39,8 a	40,3 b	52,7 a	59,0 a
Transición	54,9 a	38,6 a	49,4 a	54,7 a	58,1 a
Seca	51,5 a	39,1 a	44,4 ab	44,4 b	59,1 a
Media	53,7 (2)	39,2 (4)	44,7 (3)	50,6 (2)	58,7 (1)

Medias seguidas de distinta letra, en la misma columna, presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

Medias seguidas de distinto número presentaron diferencias (Tukey, $P < 0,05$).

La digestibilidad varía de 47,8 a 66,0, de 32,7 a 48,8, de 36,0 a 56,7, de 41,1 a 66,9, y de 52,4 a 64,6 % en *A. purpusii*, *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, e *H. amplexicaulis*, respectivamente. Los valores medios alcanzan a 39,2, 44,7, 50,6, 53,7 y 58,7 % en *L. lanatum*, *P. laxum*, *L. hexandra*, *A. purpusii* e *H. amplexicaulis*, respectivamente.

En sabanas altas, durante la época lluviosa, la DISMS fluctúa de 47,8 a 66,0 % en *A. purpusii* y de 32,7 a 48,8 % en *L. lanatum*. La media general desciende de 54,8 a 51,5 % y de 39,8 a 39,1 % en las mismas especies durante las épocas lluviosa y seca, respectivamente. Los valores más elevados encontrados en *A. purpusii* se explican posiblemente porque la relación hoja:tallo y el índice de área foliar del estrato superior de esta especie superan a la encontrada en *L. lanatum* (Tejos, 1994). Los valores de DISMS se encuentran dentro de los rangos señalados por la literatura (González *et al.*, 1981; Muñoz *et al.*, 1986a, b; Braga y Camarao, 1987; Nascimento *et al.*, 1990). Desde un punto de vista de producción animal es deseable que las especies forrajeras tengan valores elevados de DISMS y para el caso de *A. purpusii* podría ser consumida durante todo el año, pero en la época lluviosa se obtienen digestibilidades más elevadas. En cambio, en *L. lanatum* la DISMS fue baja durante todo el año, con la excepción del rebrote a las cuatro semanas.

Desde un punto de vista de utilización de esta última especie forrajera pareciera conveniente planificar intervalos de pastoreos entre 4 a 6 semanas porque períodos de descanso más largos causan una disminución substancial de la digestibilidad. En *A. purpusii*, a pesar que presenta valores medios de DISMS, sería conveniente también planificar intervalos entre pastoreos que no excedieran las seis semanas durante la época lluviosa.

En sabanas de bajío, antes de la inundación del área, la digestibilidad fluctúa de 47,8 a 54,8 % en *P. laxum* y de 59,0 a 60,4 % en *L. hexandra*. Una vez desaparecida la inundación, la DISMS de estas especies varía de 36,0 a 54,2 % y de 46,2 a 50,6 %, respectivamente. Estos valores son similares a los señalados por González *et al.* (1981) y Tejos y Arias (1988). De las dos especies de bajíos estudiadas, *L. hexandra*, sostenidamente, presenta valores de DISMS más elevada a lo largo del año y es al inicio de la época lluviosa cuando se alcanzan los valores máximos.

En sabanas bajas la DISMS de *H. amplexicaulis*, durante la época seca, fluctúa de 52,4 a 62,3 % y estos valores deben considerarse muy altos. La DISMS media en épocas inundada y seca fueron similares (59,0 vs 59,1%). La digestibilidad máxima de esta especie se alcanza al inicio de la etapa inundada, cuando la oferta forrajera la constituye fundamentalmente hojas, y este valor superó al 70 % de la digestibilidad del tejido vivo y coinciden con experiencias de Wildin (1989).

Valor nutritivo de leguminosas nativas

En capítulos anteriores se señaló que el aporte forrajero de las leguminosas es importante en áreas altas y bien drenadas y que en sectores inundables temporalmente es muy escaso. A continuación se presenta información de las principales especies de este ecosistema (Cuadro 44).

Cuadro 44. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas de sabanas altas.

Estimador	Gramíneas	Leguminosas
Composición química		
Proteína cruda, %	6,4 – 9,9	11,0 – 19,1
Fósforo, %	0,08 – 0,27	0,17 – 0,35
Potasio, %	0,56 – 1,12	0,70 – 1,44
Calcio, %	0,09 – 0,40	0,63 – 1,60
Magnesio, %	0,09 – 0,17	0,21 – 0,25
Azufre, %	0,07 – 0,25	0,13 – 0,19
Cobre, ppm	2 – 8	7 – 9
Hierro, ppm	108 – 128	136 – 175
Manganeso, ppm	121 – 194	163 – 212
Zinc, ppm	27 – 47	43 – 48
Digestibilidad, %	32,9 – 53,7	54,0 – 58,9

Adaptado: Muñoz *et al.*, 1986a,b; Tejos, 1986a; Morales *et al.*, 1991; Tejos *et al.*, 1991a; Tejos, 1994.

La concentración de nutrimentos en las principales especies de leguminosas nativas es aceptable. Todos cubren adecuadamente los requerimientos de bovinos a pastoreo y algunos se destacan por sobrepasar ampliamente el valor crítico (NRC, 1984). Esta situación se presenta en concentraciones de proteína cruda, potasio, calcio,

y magnesio, básicamente. La composición química y la digestibilidad de las leguminosas superan a la obtenida en gramíneas nativas. Lo deseable entonces, a través de un manejo adecuado, será realizar prácticas forrajeras que tiendan a una máxima oferta y del mayor valor nutritivo posible. Una asociación entre gramíneas y leguminosas nativas es una buena alternativa y mientras más elevado sea el aporte de las leguminosas más alto será el valor nutritivo del forraje consumido.