

Investigaciones en pastos en el Centro de Investigación Agrícola Tropical, Bolivia

Nelson Joaquín*

Introducción

El Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) de Bolivia, tiene acción exclusiva para el departamento de Santa Cruz con una extensión de 370,621 km², siendo el más extenso del país. Esta gran extensión le permite a Bolivia contar con diferentes pisos agroecológicos que van desde bosques tropicales y subtropicales húmedos hasta valles templados y bosques subtropicales secos.

La producción bovina constituye una importante actividad económica; por ejemplo, estudios de la CAO (1998) estimaron que en la producción pecuaria de 1997 la carne bovina contribuyó con 49 millones de dólares al producto interno bruto departamental; mientras que en el rubro de producción de leche se calcula que diariamente se producen alrededor de 400,000 lt, de los cuales se procesan 140,000 l en las diferentes industrias, siendo la más importante PILSAM que procesó 116 millones de litros, equivalentes a 34 millones de dólares para el valor bruto de la producción del año. En la actualidad, la actividad lechera es desarrollada por aproximadamente 6000 productores que comercializan su producto en forma natural o industrializada; la producción de los núcleos Menonita y de las zonas de San Javier, Cordillera y los Valles en su totalidad se destina a la elaboración de queso.

Los índices de productividad bovina en general están por debajo de los de otros países con ecosistemas similares, por lo que existe la necesidad de profundizar las investigaciones en forrajeras y su impacto en la alimentación animal, además de caracterizar los sistemas de producción pecuaria, considerando que es necesario entender la dinámica de los sistemas productivos, como una herramienta para diseñar políticas y estrategias de manejo integral

* Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), Avenida Ejército Nacional 131, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia.

Ciatdp@mail.zuper.net

Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, Scotland. Nelson.joaquin@ed.ac.uk

acorde a cada uno de ellos; así también, es necesario detectar problemas y establecer prioridades para generar alternativas de solución a través de las actividades de investigación.

Bajo este enfoque, el Programa Producción Animal del CIAT, con el apoyo de fondos del Departamento Internacional para el Desarrollo (DifD, su sigla en inglés), canalizados a través del Proyecto CIAT/IERM-Universidad de Edimburgo, en el transcurso de los últimos años ha estado realizando una serie de estudios, algunos de cuyos resultados se presentan a continuación.

Caracterización de los sistemas de producción pecuaria de las provincias Sara, Ichilo y el área integrada del departamento de Santa Cruz

Para el trabajo en estas zonas se realizaron 373 entrevistas a productores agropecuarios, lo que correspondió al 5% de la población del rubro. La zonas clasificadas como área integrada abarca las provincias Obispo Santisteban, Warnes, parte de Sara (La Bélgica), parte de Andrés Ibañez (La Guardia, El Torno y Jorochito).

Los datos fueron procesados mediante análisis estadísticos descriptivos y multivariados (Bernues et al., 1998), obteniéndose los resultados siguientes:

Tamaño de las fincas ganaderas

De acuerdo con la clasificación por el tamaño de fincas ganaderas (Cuadro 1), en las zonas más del 80% de los sistemas de producción corresponden a superficies que varían entre 10 y 100 ha, lo que indica una alta concentración de tierras en manos de pocos productores y mayor número de propietarios con menor cantidad de superficie. Esto se debe a diferentes factores; por ejemplo, en el caso de las zonas de colonización (comunidades andinas) la dotación de parcelas se hizo en superficies desde 20 ha hasta 50 ha por familia; mientras que en otros casos, donde no son colonos, el parcelamiento puede ser un efecto del crecimiento de las familias (hijos independientes), por lo que los padres se ven obligados a otorgarles parte de sus parcelas como herencia; inclusive, por la poca disponibilidad de capital de inversión proceden a vender parte de sus parcelas.

Uso de la tierra

Los resultados sobre el uso de la tierra (Cuadro 2) indican que en ambas zonas las fincas ganaderas están mayormente cubiertas por pastos naturales, barbechos y bosques. Para los

Cuadro 1. **Tamaño de las fincas ganaderas en las provincias Sara e Ichilo. Departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Superficie (ha.)	Área integrada % (n = 288)	Sara e Ichilo (%), n = 85)
10 a 50	55	59
51 a 100	19	22
101 a 500	19	14
501 a 1000	7	5

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

sistemas ubicados en Sara e Ichilo el sistema de corte y quema, con el posterior descanso de la tierra a través de barbechos, sigue siendo el sistema predominante, existiendo una fuerte tendencia hacia el cultivo de pastos (Roman, 1998).

Cuadro 2. **Uso de la tierra en el área integrada y las provincias Sara e Ichilo. Departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Uso de la tierra	Área integrada % (n=288)	Sara e Ichilo % (n=85)
Superficie cultivos	20.2	7.43
Superficie pastos cultivados	21.3	29.1
Superficie pastos naturales y barbechos	33.2	45.7
Superficie bosques	25.1	10.2
Total	100	100

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

El área integrada es la de mayor superficie con pastos naturales y barbechos y comprende el 58.3%, que es inclusive mayor que en Sara e Ichilo, lo cual se explica si se considera que el área de estudio abarcó varias zonas donde más del 85% de las fincas eran de pequeños y medianos productores, por tanto, el uso de la tierra era limitado por los bajos recursos económicos, el uso casi exclusivo de mano de obra familiar y la topografía del terreno (Provincia A. Ibañez).

Superficie con pastos cultivados y naturales (barbechos)

La distribución de la superficie con pastos cultivados (Cuadro 3) en las provincias Sara e Ichilo se caracteriza por el gran porcentaje con especies de *Brachiaria* y sus diferentes variedades, principalmente *B. decumbens*, *B. brizantha* y *B. humidicola* que ocupan el 88% del total de la superficie destinada al pastoreo, siendo esta situación resultado de la gran difusión de estas especies y la disponibilidad de semillas en el mercado.

En el área integrada es menor el fenómeno de 'brachiarización', en comparación con

Cuadro 3. **Distribución de los principales pastos cultivados y naturales en el área integrada y las provincias Sara e Ichilo. Departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Área integrada			Sara e Ichilo		
Pastos	Fincas, % (n = 288)	ha, %	Pastos	Fincas, % (n = 85)	ha, %
<i>B. decumbens</i>	73.0	38.0	<i>B. decumbens</i>	71.8	40.9
<i>B. brizanta</i>	25.0	17.7	<i>B. brizantha</i>	57.6	40.5
<i>B. humidicola</i>	6.7	4.3	<i>B. humidicola</i>	15.3	8.1
<i>P. purpureum</i> (Taiwan)	29.0	3.2	<i>P. purpureum</i> (Taiwan)	22.4	1.2
<i>Panicum</i> sp.	24.0	11.0	Kudzu	8.2	0.8
<i>C. plectostachyus</i> (Estrella)	27.0	5.0	<i>H. ruffa</i> (Jaragua - (naturalizado))	4.7	0.6

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Sara e Ichilo, aunque sigue siendo alto el porcentaje de pasturas cubiertas por especies del género *Brachiaria*, las cuales abarcan el 60% de las áreas sembradas con pastos. Es ambas zonas los pastos de corte (*Pennisetum* sp.) constituyen un recurso útil para más del 20% de las fincas, especialmente aquellas dedicadas a la producción lechera, que lo utilizan en la época seca para cubrir el déficit de pastos.

Asistencia técnica

Tanto en el área integrada como en las provincias Sara e Ichilo, la asistencia técnica en salud animal (Cuadro 4) es la de mayor difusión; sin duda, esto resulta como un efecto directo de la organización de los productores lecheros que reciben esta asistencia a través de su sector. En Sara e Ichilo la asistencia técnica en otras especialidades es brindada por ONG's ya que la región esta clasificada como zona de colonización, lo que les permite recibir mayor apoyo que los productores del área integrada.

Cuadro 4. **Tipo de asistencia técnica y porcentaje de fincas que la reciben en el área integrada y las provincias Sara e Ichilo. Departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Asistencia	Área integrada fincas (%)	Sara e Ichilo fincas (%)
Salud	58.4	75.3
Reproducción animal	8.6	17.6
Nutrición animal	7.5	14.1
Pasturas	4.9	15.3
Cultivos	3.7	8.2

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

En general, en el área integrada la asistencia técnica en todos los casos es menor que en Sara e Ichilo, lo cual puede ser un indicador que las instituciones involucradas en la producción agropecuaria están más dedicadas a la investigación que a la transferencia de tecnología y no prestan este servicio por no contar con capacidad económica; además, en el área integrada es poco o nulo el apoyo de las ONG's dedicadas a proyectos de capacitación y desarrollo pecuarios, ya que aquella no es atractiva para la inversión de organismos internacionales de apoyo social.

Caracterización de pasturas de *Brachiaria decumbens*

La primera fase del estudio sobre caracterización de pasturas de *B. decumbens* bajo pastoreo se desarrolló en el área integrada de Santa Cruz. El estudio comprendió desde abril hasta septiembre de 1997. El período de evaluación se dividió en dos épocas: La primera entre abril y junio, y la segunda entre julio y septiembre. La precipitación fue de 566 y 238 mm, respectivamente.

Se evaluaron las variables de producción de biomasa, composición morfológica (hoja, tallo, material muerto), composición botánica y densidad de las pasturas de *B. decumbens*. Se trabajó en tres fincas, evaluando tres potreros en cada una de ellas. El manejo de los potreros fue similar al utilizado por los productores en cada finca.

La composición botánica de las pasturas se evaluó a través de cuatro ciclos de pastoreo, mediante la determinación de la producción de biomasa total, la cantidad de biomasa por componente estructural de *B. decumbens* y por especie de planta presente.

Producción de biomasa total y composición morfológica por finca

El promedio de producción de biomasa total en las tres fincas (Cuadro 5) fue de 4.56 t/ha de materia seca (MS) ($P > 0.05$). Estos resultados de producción de biomasa total no son comparables a los obtenidos en parcelas de introducción; así por ejemplo, Cardona (1989) al evaluar la producción de biomasa total de *B. decumbens* en la época de lluvias, a los 75 días de rebrote de la pastura y en un solo corte, encontró una producción de 3.68 t/ha de MS.

La composición morfológica (ver Cuadro 5) tomando como base la cantidad de biomasa entre fincas no fue diferente ($P > 0.05$) para los componentes evaluados; aunque se encontró una alta proporción de material muerto y una baja cantidad de hojas verdes en todos los potreros evaluados (Cuadro 6), independiente del efecto de la finca; es decir, el comportamiento de la especie fue similar en todos los potreros y en todas las fincas bajo diferentes condiciones de manejo como carga animal, tiempos de ocupación y descanso.

Cuadro 5. **Promedio de producción biomasa total y por componente estructural de pasturas en tres fincas del área integra de Santa Cruz, Bolivia.**

Finca (no.)	Biomasa total		Componente estructural					
	MS total (t/ha)	EE	Hoja (t/ha)	EE	Tallo (t/ha)	EE	Material muerto (t/ha)	EE
1	4.26	15.0	0.81	5.0	1.24	7.1	2.21	10.6
2	4.38	18.4	0.78	6.1	1.25	8.7	2.34	13.0
3	5.07	19.0	0.92	6.3	1.50	9.0	2.65	13.4
Promedio	4.56	17.5	0.84	5.8	1.33	8.2	2.40	12.3

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

EE = Error estándar.

Cuadro 6. **Composición morfológica (%) de pasturas de *Brachiaria decumbens* en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Finca	Componente morfológico (%)		
	Hoja	Tallo	Material muerto
1	19.8	29.1	51.1
2	17.9	27.7	54.4
3	18.5	31.3	50.1
Promedio	18.7	29.4	51.8

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Producción de biomasa total y composición morfológica por época

Para determinar el promedio de la producción de MS total por época (Cuadro 7) se dividió el período de evaluación en dos épocas, considerando las diferencias en precipitación en el período de estudio.

Cuadro 7. **Promedio de producción de biomasa total en dos épocas en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Epoca	Producción		Componente morfológico					
	MS (t/ha)	EE	Hoja	EE	Tallo	EE	Material muerto	EE
lluviosa	5.13 a*	12.7	0.83	4.3	1.55 a	6.0	2.75 a	7.5
Seca	4.01 b	15.8	0.84	5.2	1.11 b	8.2	2.05 b	11.2

* Promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

La mayor producción de biomasa total se presentó en la primera época; mientras que en la segunda la producción de MS/ha solo fue equivalente a 78.2% de la producción obtenida en la primera. El análisis estadístico mostró diferencias entre épocas. Estas diferencias pudieron estar influenciadas por la precipitación, considerando que en el primer período de evaluación se registraron 566 mm, mientras que en el segundo 238.9 mm

Dentro de los componentes estructurales de la pastura, el material muerto y los tallos (Figuras 1 y 2, respectivamente) presentaron diferencias ($P < 0.05$), siendo mayor la cantidad de biomasa de ellos durante la época con mayor precipitación, lo que indica que existe una relación directa entre la cantidad de biomasa de estos componentes y la biomasa total de la pastura; por el contrario, con la cantidad de biomasa de hojas no sucedió lo mismo, reflejando que esta estructura no está relacionada con la cantidad de biomasa total en pasturas de *B. decumbens* en Santa Cruz (Figura 3).

Densidad de la biomasa total y distribución de los componentes estructurales

La biomasa total y los componentes estructurales de las pasturas de *B. decumbens* no variaron entre fincas; por el contrario, sí variaron por efecto de la época del año ($P < 0.05$) (Cuadro 8). Las diferencias indican que la madurez de la pasturas por el efecto de la época tiene mayor incidencia en el peso de los tallos y el material muerto, aunque este último, estadísticamente no mostró esa tendencia. Esto se debe, posiblemente, a que con el proceso de maduración de la planta los tallos van perdiendo peso, lo que no sucede con las hojas las cuales en cada ciclo de pastoreo son consumidas por los animales y consecuentemente su índice de maduración es menor al de los tallos. Estos cambios fisiológicos están acompañados de cambios en la composición química de las pasturas, como lo demostró Otoyá (1986).

Cuadro 8. **Promedio de densidad (MS, kg/cm por ha) para biomasa total y composición morfológica de pasturas en dos épocas. Santa Cruz, Bolivia.**

Epoca	Biomasa total	Componente morfológico		
		Hoja	Tallo	Material muerto
Lluviosa	166.9	27.4	49.6 a*	89.9
Seca	144.1	30.6	39.9 b	73.9

* Promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Composición botánica

En las pasturas evaluadas en el área integrada de Santa Cruz se encontró que *B. decumbens* constituía el 84% de ellas, 9.1% eran otras gramíneas, 3.7% eran leguminosas y 3.6% correspondía a otras latifoliadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. **Promedios de composición botánica (%) en pasturas de *Brachiaria decumbens* antes del pastoreo en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Finca (no.)	<i>B. decumbens</i>	Otras gramíneas	Leguminosas	Otras latifoliadas
1	77	14.0	4.7	5.0
2	86	8.1	1.9	3.5
3	88	5.1	4.7	2.4

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Estos resultados tienen mucha similitud con los obtenidos por Otoyá (1986) en pasturas de *B. decumbens* en el trópico peruano, donde el porcentaje de la gramínea principal alcanzó un promedio de 80%, las gramíneas nativas 5% y otras especies 15 %, tanto en época seca como de lluvias.

Determinación del consumo voluntario por bovinos en pastoreo

En el estudio se utilizó el método de alkanos para determinar el consumo voluntario de bovinos en pastoreo (Mayes y Lam, 1986a; Mayes et al., 1986a) en dos especies de *Brachiaria* y dos fincas del área integrada de Santa Cruz. El primer ensayo se hizo en *B. mutica* en el período de finalización de la época de lluvias (abril) y se utilizaron 16 vacas criollas. El otro estudio se realizó en *B. decumbens* durante el inicio de la época seca (junio). Se utilizó el mismo número de animales, es decir, ocho vacas en producción y un número igual de vacas secas de la raza Holstein. En ambos grupos, el promedio de peso vivo animal varió entre 400 y 420 kg, y las vacas en producción al inicio del estudio producían entre 8 y 10 kg/día en dos ordeños y recibieron diariamente 3 kg de un concentrado balanceado.

Los resultados obtenidos en estos trabajos mostraron que el consumo de forraje de las vacas criollas lactantes en pasturas de *B. mutica* y el de las vacas Holstein lactantes en *B. decumbens* fue mayor ($P < 0.01$) que el de las vacas secas (Cuadros 10 y 11).

En el análisis comparativo se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en el contenido de PC de los componentes morfológicos en *B. decumbens* y *B. mutica* (Cuadro 12).

El bajo consumo de las forrajeras pudo haber sido el resultado de la escasa disponibilidad de hojas en las pasturas y no de su calidad. Según Euclides et al. (1993) el consumo voluntario en pastoreo no está correlacionada con la cantidad de forraje disponible, sino que está influenciada directamente con la cantidad de materia verde, principalmente hojas. Kristensen (1998) considera que la proporción de hojas verdes en la pastura tiene una incidencia directa en el consumo por

Cuadro 10. **Promedio de consumo voluntario de *Brachiaria mutica* por vacas criollas en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Estado fisiológico de las vacas	No. de vacas	Consumo (MS, kg/día)	E.E.
Secas	7	4.6 b*	0.08
Lactantes	8	5.3 a	0.05

* Promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

E.E. = Error estándar.

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Cuadro 11. **Promedio de consumo voluntario de de *Brachiaria decumbens* por vacas Holstein en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Estado fisiológico de las vacas	No. de vacas	Consumo (MS, kg/día)	E.E.
Secas	7	5.3 a	0.097
Lactantes	8	6.1 b	0.091

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

Cuadro 12. **Promedio de PC en pasturas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria mutica* en fincas de Santa Cruz, Bolivia.**

Parte de la planta	<i>B. decumbens</i>	<i>B. mutica</i>
Entera	6.7 a*	7.1 b
Hoja	7.3 a	8.6 a
Tallo	5.2 b	7.5 b
Material muerto	2.1 c	4.3 c

* $P < 0.05$.

Proyecto CIAT/IERM – Edimburgo.

los animales, por tanto, si se reduce la proporción de ellas en la pastura, el animal consumirá material de menor valor nutritivo, lo que influye directamente en un menor

consumo. La disminución del contenido de PC con la edad de rebrote de la planta ocasiona una reducción significativa en el consumo de MS como consecuencia de un mayor tiempo de retención del forraje en el rumen. Según Milford y Minson (1965) el consumo disminuye cuando el contenido de PC en el forraje es inferior a 7%. En el caso de las dos especies estudiadas, el material recolectado simulando el pastoreo contenía 6.7% y 7.1% de PC para *B. decumbens* y *B. mutica*, respectivamente.

Otras variables importantes que influyen en el consumo en pasturas tropicales son la

densidad y la altura de la pastura (Stobbs, 1973), así como la densidad de hojas y la relación hojas:tallos (Chacon et al., 1978; Hendiricksen y Minson, 1980).

Relaciones entre biomasa total, altura y componentes morfológicos en especies del género *Brachiaria*

El estudio se realizó en el área integrada en Santa Cruz, donde en un 75% predominan especies de *Brachiaria* (ver Cuadro 3).

La evaluación se realizó con el propósito de determinar las relaciones entre la altura de la pastura y la cantidad de forraje y su distribución proporcional entre los componentes estructurales de la misma (hojas, tallos y material muerto). El objetivo fue utilizar la variable altura para determinar indirectamente la cantidad de forraje/unidad de superficie (Mott, 1979) y, de esta forma, reemplazar el método de corte para calcular la producción a nivel de finca.

En *Bachiaria decumbens*

La correlación entre cantidad de tallos y biomasa total ($r = 0.88$) fue significativa, lo mismo que entre la cantidad de hojas y la cantidad de tallos ($r = 0.70$); lo que indica que en estas pasturas, la población de tallos tiene un efecto directo en la cantidad de biomasa total y la cantidad de hojas presentes en pasturas de esta especie.

De igual forma se encontró una correlación significativa ($r = 0.69$) entre altura de la pastura y la cantidad de hojas en base seca, explicando que esta variable puede ser una referencia para determinar la cantidad biomasa de hojas presente en la pastura.

La relación entre altura de la pastura y cantidad de biomasa total de hojas (ver Figura 4); indica que en esta gramínea a mayor altura de la planta corresponde una mayor cantidad de hoja, aunque esto puede ser, hasta cierto punto, limitado por la altura máxima de crecimiento de la especie o por la altura de la pastura en el momento de la medición. De acuerdo con estos resultados, en el caso de *B. decumbens* la altura de la pastura puede ser un indicador importante para cuantificar la cantidad aproximada de MS de hoja existente, pudiendo ser utilizada como un instrumento de manejo del pastoreo en la asignación de forraje (MS/100 kg de PV animal).

El tallo fue otro componentes morfológicos de *B. decumbens* relacionado con la biomasa total de la pastura (ver Figura 5). En esta especie el tallo fue el componente estructural

predominante, constituyendo aproximadamente el 40% de la biomasa total. Lo anterior indica que en la medida que incrementa la cantidad de biomasa total, la proporción de tallos se mantiene o inclusive disminuye, factor que puede estar influenciado por la curva de crecimiento de la pastura.

En *Bachiaria mutica*

En esta especie se encontró una relación positiva ($r = 0.89$) entre la cantidad de biomasa de tallos y la biomasa total. Los resultados indican que la cantidad de biomasa total en *B. mutica* depende de la biomasa de tallos (ver Figura 6) en la pastura.

En *Brachiaria humidicola*

En esta especie se encontró una correlación significativa entre la cantidad de hojas y la biomasa de tallos (0.94) (ver Figura 7), entre la primera y la biomasa total ($r = 0.80$) y entre la materia muerta y la biomasa total ($r = 0.82$). La altura de la pastura no se relacionó con los componentes morfológico de la planta, por lo que esta variable no puede ser utilizada como un indicador importante en esta especie.

En esta especie el material muerto resultó ser el componente estructural de mayor proporción (50%) (ver Figura 8) lo cual es un indicador del manejo de la pastura. Las observaciones de campo mostraron que uno de los principales factores que influye para la baja proporción de hojas y la alta proporción de material muerto en esta especie es el grado de utilización y frecuencia de pastoreo al que son sometidas las pasturas en la zona.

En *Brachiaria brizantha*

En esta especie se encontraron relaciones entre biomasa de hoja y materia viva ($r = 0.9$), biomasa de hoja y la altura de la pastura ($r = -0.77$), biomasa total y material muerto ($r = 0.66$)

La correlación negativa (ver Figura 9) entre altura de la pastura y la cantidad de biomasa de hoja puede indicar que la mayor proporción de hojas ocurre en los estados iniciales de rebrote de la pastura y en la medida que la planta alcanza mayor altura el proceso de senescencia de hojas también aumenta, pero en mayor proporción que las hojas vivas.

Recuperación y manejo de vegetación nativa de zonas semiáridas

La actividad ganadera en zonas áridas del viejo mundo ha ocasionado procesos de desertización, circunstancia a la cual no escapan las zonas áridas y semiáridas de

Figura 1. **Relación cantidad de material muerto: biomasa total en pastura de *Brachiaria decumbens* en fincas del departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 2. **Relación cantidad de tallos:biomasa total en pasturas de *Brachiaria decumbens* en fincas del departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 3. **Relación cantidad de hojas:biomasa total en pasturas de *Brachiaria decumbens* en fincas del departamento de Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 4. **Relación entre altura de la pastura y biomasa de hojas y en *Brachiaria decumbens*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 5. **Relación entre biomasa de tallos y biomasa total en pasturas de *Brachiaria decumbens*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 6. **Relación biomasa de tallos:biomasa total para pasturas de *Brachiaria mutica*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.**

Figura 7. Relación biomasa de hojas:biomasa total en pasturas de *Brachiaria humidicola*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.

Figura 8. Relación biomasa de cantidad de material muerto:biomasa total en *Brachiaria humidicola*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.

Figura 9. Relación entre altura de la pastura:biomasa de hoja en *Brachiaria brizantha*. CIAT, Santa Cruz, Bolivia.

Latinoamérica. La diferencia entre las regiones descansa en el tiempo que lleva este proceso, mientras que en la primera se inicio hace miles de años, en América son recientes, como ocurre en el Chaco de Bolivia y Paraguay.

El sistema de explotación ganadera de la región del Chaco se desarrolla en un 99% sobre los recursos forrajeros nativos y esto sucede en la totalidad de las fincas de la llanura y zona de transición. Es importante aclarar que solamente en el caso del Chaco subandino y los valles cruceños, los sistemas de producción son mixtos (agricultura y ganadería) y el recurso forrajero procedente de los rastrojos de maíz constituye aproximadamente el 30% del recurso para la alimentación de los animales, especialmente en la época seca.

El sobrepastoreo es el principal problema en las áreas de pastoreo de vegetación nativa en las zonas semiáridas del sudeste de Bolivia, donde el sistema de uso consiste en la cría de animales a campo abierto, aplicando el pastoreo continuo sin ninguna regulación de la carga animal de acuerdo con la capacidad de la finca y la variabilidad de producción de forraje en las diferentes épocas del año. Este proceso, según Saravia (1994) ocasiona la destrucción de la cobertura vegetal herbácea, la compactación del suelo, la reducción de la infiltración del agua por la pérdida de materia orgánica y de la porosidad con la consecuente disminución del oxígeno en el suelo.

Densidad de herbáceas nativas en el sudeste de Bolivia (ecosistema Chaco)

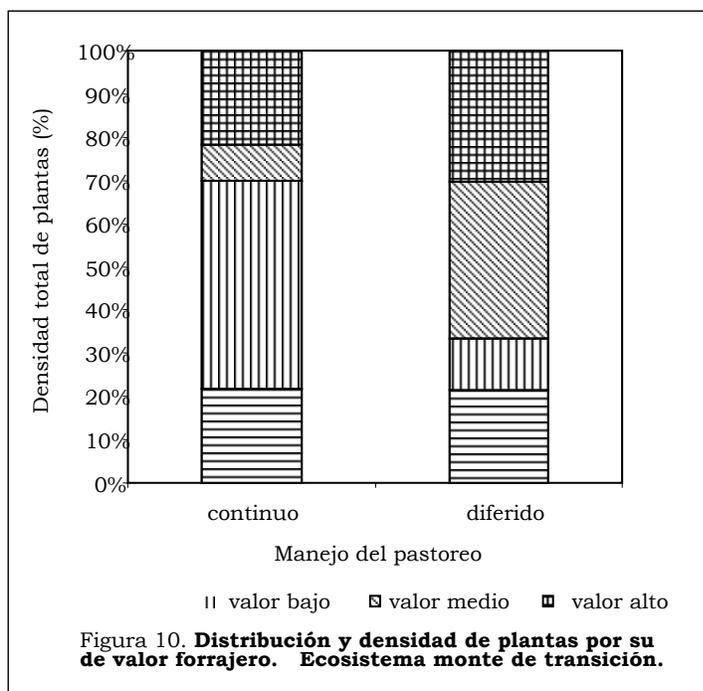
Se evaluó la densidad de herbáceas nativas en áreas sometidas a pastoreo continuo y diferido en los 3 últimos años en una finca ubicada en el Chaco de transición, midiendo la densidad de plantas que cubrían el estrato herbáceo, mediante la técnica propuesta por Caín y Castro (1959) que considera a esta variable como el número de plantas o partes específicas de plantas/unidad de superficie. La composición florística de la zona chaqueña tiene gran variabilidad (Cuadro 13 y Figura 10) y está compuesta por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, de las cuales más de 150 son de buena aceptabilidad por los animales (Joaquín y Saravia, 1994).

Para la comunidad vegetal de pasturas abiertas, se encontró que el pastoreo continuo (manejo tradicional en el Chaco) favorece la presencia y dominancia de especies con bajo o ningún valor forrajero como *Sida rodricoi*, *Mimosa stenoptera*, *Borrenia* sp., *Gimnophogum biflorus* y *Digitaria insularis* (ver Figura 11), especies que abarcaron el 59% del total de la densidad de la comunidad vegetal sometida a pastoreo continuo, mientras que con pastoreo diferido este grupo de especies solo representó el 16% del total de la densidad de plantas (Cuadros 14 y 15).

Cuadro 13. **Distribución por categorías taxonómicas de forrajeras en el Chaco boliviano.**

Categoría	Número
Familias	91
Géneros	335
Especies	460
Subespecies	3
Variedades	13
Especies introducidas	4

FUENTE: Joaquín y Saravia (1994).



Cuadro 14. Efecto del sistema de uso en la densidad (plantas/m²) y tipo de pasturas en dos zonas de Santa Cruz, Bolivia.

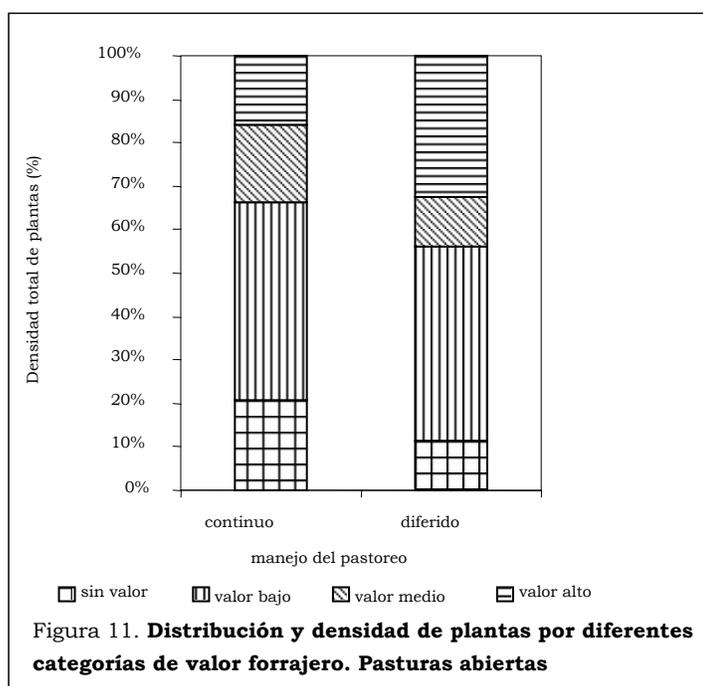
Zona	Sistema de uso (pastoreo)	Tipo de pastura (valor forrajero)			
		Sin valor	Bajo	Medio	Alto
Bosque de transición	Continuo	32 a*	70 a	12 a	32 b
	Diferido	36 a	20 b	62 b	51 a
Pastura abierta	Continuo	98 a	213 a	86 a	74 a
	Diferido	25 b	98 b	25 b	72 a

* Promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.01$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 15. Efecto del sistema de uso en la biomasa aérea (g/m²) en cada tipo de pasturas en dos zonas de Santa Cruz, Bolivia.

Zona	Sistema de uso (pastoreo)	Tipo de pastura (valor forrajero)			
		Sin valor	Bajo	Medio	Alto
Bosque de transición	Continuo	214	547	197	215
	Diferido	381	226	241	764
Pastura abierta	Continuo	328	435	599	400
	Diferido	181	1345	262	946

En pasturas abiertas. En pastoreo continuo la densidad de plantas fue alta, pero éstas consistían en especies de bajo valor forrajero (Figura 11). En la zona bosque de transición, bajo pastoreo continuo, la biomasa aparece distribuida equitativamente entre todas las categorías de valor forrajero. El pastoreo diferido redujo la densidad de plantas en todas las categorías, excepto para las de alto valor forrajero, las cuales mantuvieron su número. En este sistema, se presentó una reducción de la biomasa de las especies de bajo valor forrajero, principalmente en el caso de *Borrenia* sp. En pastoreo continuo *Aristida mendocina* e *Hyptis* sp. representaron el 63% de la biomasa producida por las especies de bajo valor. En condiciones de pastoreo diferido fue notable la aparición de dos especies perennes: *S. rodrigo* (Afata) y *Elyonurus ciliaris* (paja carona), clasificadas como de bajo valor y que comprendieron a



32% de la biomasa presente. En pastoreo diferido, las especies de valor medio disminuyeron, tanto en número como cantidad de biomasa.

Las especies más afectadas en valor absoluto fueron *Arachis* sp. (Maní forrajero) y *D. insularis* (camalote). En pastoreo diferido, se encontró una respuesta positiva en producción de biomasa de las especies perennes de alto valor forrajero, principalmente *Pappophorum pappipherum* y *Zexmenia aspilloides*, que pasaron de 7% en pastoreo continuo a 71% en pastoreo diferido; por el contrario, *Setaria* sp., que fue dominante en el grupo de pastoreo continuo (57%), disminuyó en importancia bajo pastoreo diferido (13%).

En bosque de transición. La distribución de la densidad de plantas fue similar a la encontrada en pasturas abiertas (ver Figura 10), pero en este caso el incremento de la densidad en especies de valor forrajero medio y alto fue significativo. Mientras que bajo pastoreo continuo todos los valores de densidad fueron más bajos en relación con los obtenidos en pasturas abiertas, un factor que se revierte (excepto para especies de bajo valor) cuando el pastoreo es diferido.

Las especies sin valor forrajero fueron de tipo perennes como *Ruellia erythropus*, que no fue afectada significativamente por el tipo de manejo del pastoreo.

La disminución en densidad y biomasa de las especies de bajo valor es causada principalmente por la reducción de *S. rodrigo* y *Conmelina* sp., que bajo pastoreo continuo abarcaron el 71% del total de la biomasa de las especies de bajo valor y el 56% bajo pastoreo diferido.

En la categoría de valor forrajero medio *Anizacanthus boliviensis* (alfilla grande) y *Justicia lilloi* (alfilla) hicieron la mayor contribución en biomasa total bajo pastoreo diferido, pasando de 7% en pastoreo continuo a 58% con pastoreo diferido. En la misma categoría *Ptiveria alliacea* (anamo) es la especie de mayor incremento en densidad con el tratamiento de pastoreo diferido. En la categoría de alto valor forrajero, *J. goudotti* (alfilla) es la especie predominante en cantidad de biomasa y densidad, tanto en pastoreo continuo como diferido. Otras especies importantes de esta categoría son *Baccharis flexuosa* y *Galactia* sp., en las cuales el tipo de pastoreo no afectó su proporción en las pasturas.

En las pasturas abiertas, las plantas con alto valor forrajero son también las más competitivas en la comunidad vegetal cuando no están sometidas a una excesiva presión de pastoreo. Este es un factor que favorece su mejoramiento cuando el pastoreo es diferido, existiendo un incremento en la producción individual de biomasa (de 2.6 a 6.8 g/planta) y una estabilización de su número (Cuadro 16). Bajo las mismas circunstancias, las especies de bajo y medio valor forrajero muestran un incremento individual similar de su biomasa por planta, pasando de 1.5 a 7.6 g/planta en las primeras y de 2.1 a 5.8 g/planta en las segundas, pero en este caso ocurre una reducción en su número (ver Cuadro 14). En pastoreo diferido, el balance es acompañado de una alta producción de biomasa y las plantas sin valor forrajero muestran un pequeño incremento individual de biomasa, pasando de 1.3 a 1.6 g/planta, y una reducción en el número de plantas (Cuadro 16).

Cuadro 16. **Efecto del sistema de uso en la densidad (plantas/m²) y tipo de vegetación en pasturas en dos zonas de Santa Cruz, Bolivia.**

Zona	Sistema de uso (pastoreo)	Tipo de vegetación			
		Plantas anuales	Herbáceas perennes	Leñosas perennes	Total
Bosque de transición	Continuo	1	142	4	146
	Diferido	9	152	9	169
Pastura abierta	Continuo	44	425	2	471
	Diferido	67	153	0	220

En zonas de bosque de transición la dinámica de la vegetación después del uso diferido es moderadamente diferente. Las especies sin valor forrajero incrementan su biomasa por planta (de 5.6 a 10 g/planta) y mantienen su número (Cuadro 16). En el otro extremo, las plantas de alto valor forrajero presentaron un comportamiento opuesto; es decir, mantuvieron su cantidad de biomasa por planta (3.3 g/planta para ambos tratamientos), pero tuvieron un incremento en el número de individuos (Cuadro 16). En producción de biomasa el incremento relativo fue mayor para especies sin valor forrajero que para especies de alto valor forrajero. Los cambios en especies de bajo y medio valor forrajero fueron, nuevamente, de naturaleza opuesta; las especies de valor medio mostraron al final un incremento en biomasa total, lo que no sucedió con las especies de valor bajo (Cuadro 17). Esos resultados muestran que la comunidad vegetal de bosque de transición responde en menor grado al uso diferido que la comunidad vegetal de pastura abierta.

En la zona de pastizales abiertas se identificaron especies anuales, las cuales incrementaron bajo pastoreo diferido. Los pastos anuales son caracterizados como especies de

Cuadro 17. **Efecto del sistema de uso en la biomasa (g/m²) por tipo de vegetación en pasturas en dos zonas de Santa Cruz, Bolivia.**

Zona	Sistema de uso (pastoreo)	Tipo de vegetación			
		Plantas anuales	Herbáceas perennes	Leñosas perennes	Total
Bosque de transición	Continuo	22	1088	62	1173
	Diferido	15	1411	185	1612
Pastura abierta	Continuo	317	1408	37	1761
	Diferido	784	1950	0	2734

importancia forrajera, pero involucran también componentes vegetales de alta variabilidad en composición y producción a través del tiempo. Su nivel de producción puede ser moderado o

alto, pero es muy bajo en algunos años. Después de 2 años de pastoreo diferido se observó una disminución significativa de herbáceas perennes con características de menor importancia forrajera. El incremento en densidad de las especies anuales en áreas con pastoreo diferido es probablemente una respuesta positiva a este sistema de uso, considerando que estas especies son preferidas por los animales en áreas con pastoreo continuo y consumidas durante la época de lluvias. Una tendencia igual se observó en la zona de bosque de transición, que es un área con menor estado de degradación que la zona de pasturas abiertas, por lo que se apreció una respuesta positiva más rápida de la vegetación al tratamiento de pastoreo o uso diferido.

Referencias

- Cain, S. A. y de Oliveira-Castro, G. M. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper and Brothers, Publishers, Nueva York.
- CAO (Cámara Agropecuaria del Oriente). 1998. Situación productiva regional. Números de nuestra tierra. Santa Cruz, Bolivia. 12 p.
- Cardona, M. A. L. 1989. Producción y composición química de tres brachiarias a diferentes frecuencias de corte en la época de lluvia. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Chacon, E. Y Stobbs, T.H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. Aust. J. Agric. Res. 27:709-727.
- DESEC-CORDECRUZ. 1975. Estudio de la forrajeras nativas. Centro para el desarrollo social y económico de los valles mesotérmicos, Tomo III. Santa Cruz, Bolivia. 321 p.
- Euclides, V. P.; Macedo, M. C.; Vieira, A.; y Oliveira, M. P. 1993. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. Proceedings of XVII International Grassland Congress. 1993. Rockhampton, Australia. 1999-2000 p.
- Hanson, H. C. 1950. Ecology of de grassland II. Bot. Rev. 16: 283-360.
- Hendricksen, R. y Minson, D. J. 1980. The intake and grazing behavior of cattle grazing a crop of *Lab-lab purpureus* c.v. Rongai. J. Agric. Sci. 95:547-554.
- Hernández, D.; Saez, C.; Garcia-Trujillo, R.; Carballo, M.; y Mendoza, C. 1987. Factores del manejo en pastoreo de la Guinea Likoni para la produccion de leche. Pastos y Forrajes 10:83-93.
- Joaquín, N. y Saravia C. T. 1994. Informe técnico sobre identificación de la vegetación nativa del Chaco chuquisaqueño. Estación experimental del Chaco El Salvador. Corporacion Regional de Desarrollo de Chuquisaca (CORDECH), Chuquisaca, Bolivia.
- Kristensen. 1998. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cows as affected by grazing intensity. Grass and Forage Science, 43:239-251.

- Lara R. y H. Alzérreca .1979. Estudio preliminar y caracterización de la vegetación forrajera de El Salvador (Luis Calvo, Chuquisaca,) IBTA.
- La Paz Saravia T. C.; M. M. Virieux; G. S. López; y E. G. Salas. 1995. Manual de ganadería del Chaco boliviano. Ed. Andes Sur. Sucre, Bolivia.
- Macedo, M. C. 1995. Pastagens no Ecosistema Cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentavel. En: Andrade, R. P.; Barcellos, A.O.; y Rocha, C. M. (eds.). Simposio sobre Pastagens nos Ecosistemas Brasileiros. Pesquisa para o desenvolvimento sustentavel. Brasilia, D.F. 28-62 p.
- Mayes, R. W.; Lamb, C. S.; y Colgrove, P. M. 1986a. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. J. Agric. Sci. 107:161-170.
- Mayes, R. W.; Wright, I. A.; y Lamb, C.S. 1986b. The use of long-chain n-alkanes as markes for estimating intake and digestibility of herbage in cattle. British Soc. Anim. Prod. 42:457.
- Milford, R. y Minson, D. J. 1965. The relation between the crude protein content and digestible crude protein content of tropical pasture plant. J. Brit. Grass. Soc. 20 (3):177-178.
- Mott, G. O. 1979. Designs, procedures and interpretati3n. The grazing trial. University of Florida, Estados Unidos. .
- N.R.C. (National Research Council). 1996. Nutrient requirement of dairy cattle. Washington D.C. National Academy Press.
- Otoya, V. E. 1986. Efecto de la 3poca del a3o y d3as de ocupaci3n en la calidad nutritiva de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Tropicales 8(1):2-5.
- Roman, M. B. y Zambrana, E. T. 1998. Comparaciones cuturales de andinos y orientales en las estrategias de producci3n agropecuaria. Provincias Sara e Ichilo, Departamento de Santa Cruz. T3sis de Grado. Universidad de San Sim3n, Cochabamba, Bolivia.
- Saravia, C. T. 1994. Manejo de ganader3a sostenible en la provincia Vallegrande. Santa Cruz, Bolivia. 150 p.
- Bernues, A.; Solano, C; Rojas, F.; Fernandez, W. Joaquin, N. y Herrero, M. 1998. Caracterizacion socioeconomica de sistemas de bovinos de doble prop3sito en Santa Cruz, Bolivia. En: Primer Congreso Internacional de Ganaderia de Doble Prop3sito. 5 a 8 de noviembre, 1998. Maracaibo, Venezuela. p. 23-26.
- Stobbs, T.H. 1973 The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res. 24:809-819.