

Evaluación del rendimiento forrajero y calidad nutritiva de pasturas megatérmicas perennes, introducidas en Seibas (Pasarapa)

Mick Rojas Díaz ¹; Eduardo Castellón Urdininea ^{1,2}; José Espinoza Herrera ^{1,2}; Edson Camacho Marquez ²; Nilo Achá Molina ²; Ruddy Meneses Arce ²

¹ Proyecto COTRIFOR ² Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E mail: c.lavioleta@umss.edu.bo

Resumen. A partir de la siembra a fines del año 2018 de siete especies forrajeras megatérmicas perennes, se evaluó la producción de forraje hasta antes del invierno de 2021 en la localidad de Seibas (Cono Sur de Cochabamba, a 2357 msnm). La zona presenta condiciones de mayor humedad y mejores suelos que la parte de valle del municipio, pero con terrenos en pendientes pronunciadas. Al cabo de dos años productivos, destacan las especies *Brachiaria ruziziensis*, *Chloris gayana* y *Panicum maximum* (cv. Gatton panic), que producen más forraje que el resto de las pasturas, con elevadas tasas de rebrote. *Brachiaria decumbens*, es otra opción que se debe considerar, más aun considerando su calidad nutritiva. *Panicum maximum* (cv. Aruana) y *Cenchrus ciliaris*, tuvieron menor producción forrajera. Se concluye que la mayoría de los pastos megatérmicos perennes introducidos son una opción viable y recomendable para generar forraje y proteger los suelos, aportando biomasa de manera mucho más rápida, de mejor calidad y en mucha mayor proporción que la vegetación nativa.

Palabras clave: Potencial productivo; Rebrote; Forrajicultura; Adaptación

Abstract: Evaluation of forage yield and nutritional quality of perennial mega-thermal pastures, introduced in Seibas (Pasarapa). From the sowing at the end of 2018, of seven perennial mega-thermal forage species, forage production was evaluated until the beginning of winter 2021 in the town of Seibas (Southern Cone of Cochabamba, at 2357 masl). The area presents conditions of higher humidity and better soils than the lower part of the township, but with lands in steep slopes. After two productive years, the species *Brachiaria ruziziensis*, *Chloris gayana* and *Panicum maximum* (cv. Gatton panic) stand out, producing more forage than the rest of the pastures, with high regrowth rates. *Brachiaria decumbens* is another option that should be considered, especially considering its nutritional quality. *Panicum maximum* (cv. Aruana) and *Cenchrus ciliaris*, had lower forage production. In conclusion, most of the introduced perennial mega-thermal grasses are a viable and recommendable option to generate forage and protect the soils, they provide biomass in a much faster way, with a better quality and in a much greater proportion than the native vegetation.

Keywords: Productive potential; Regrowth; Fodder cultivation; Adaptation

Introducción

Las especies megatérmicas perennes, reúnen un conjunto de características que les confieren la posibilidad de producir en ambientes desfavorables para

las especies mesotérmicas. Además, ambos grupos responden en forma diferente al incremento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera (CO₂) y al cambio climático iniciado.

Las pasturas megatérmicas perennes, debido a la presencia de una anatomía especializada que le permite mantener una mayor concentración de CO₂ intracelular, tienen menores pérdidas de energía a través de la foto respiración, que las especies de zonas templadas. Consecuentemente, ante condiciones ambientales que favorecen la foto respiración y reducen el balance de carbono - como temperatura elevada, sequía y salinidad-, las especies megatérmicas tendrían ventajas competitivas (Sage 2004). Por otro lado, la elevada eficiencia en el uso del agua de las especies megatérmicas, se debe a su mayor resistencia estomática a la pérdida de la misma. Este hecho se traduce en tasas de transpiración de 250-400 g de agua por cada kg de materia seca (MS) producida, en comparación con 500 a 700 g de agua, requeridos por las plantas mesotérmicas; esto les permite sobrevivir y continuar creciendo a tasas razonables, aun en condiciones moderadas de déficit hídrico (Bandera *et al.*, 2013).

Por otra parte, una buena cubierta en los pastizales es clave para mitigar los efectos del cambio climático y evitar la degradación de los suelos, además de obtener productos y servicios como carne, recarga de mantos acuíferos, hábitat de fauna silvestre, entre otros (Royo *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2014).

A nivel local, las condiciones de sequía y bajo nivel de humedad ambiental (en las cuales las especies megatérmicas perennes deberían ser una opción productiva), se presentan en zonas del Cono Sur de Cochabamba, donde la actividad ganadera juega un papel importante en la economía de las familias campesinas; por ejemplo en Pasorapa, donde en general, el ganado en especial vacuno, es considerado por los peque-

ños y medianos productores como una *caja de ahorro* para enfrentar eventuales momentos de crisis económica (COPLADEL 2007).

En el periodo 2018 a 2021, el *Ministerio de Medio Ambiente y Agua* a través del *Vice Ministerio de Recursos Hídricos y Riego de Bolivia*, buscando atender la restauración de ecosistemas de las zonas secas del Sur de Cochabamba, gestionó el proyecto de cooperación trilateral *Innovación de Sistemas Forrajeros Resilientes a la Sequía en los Valles Mesotermicos de Cochabamba, en el Marco de la Gestión Integral de Cuenecas* (Proyecto COTRIFOR), con la participación de la Cooperación Alemana (GIZ) e instituciones de la República Federativa de Brasil e instituciones académicas de Bolivia. En este marco, el Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” a partir del año 2018, ha introducido y evaluado especies y variedades de pastos megatérmicos perennes, los cuales, en nuestro país, son manejados y utilizados, más en ambientes tropicales que en zonas áridas a semi áridas, como es el caso de Pasorapa. Este trabajo busca generar conocimiento que defina el grado de importancia de las pasturas introducidas, como alimento complementario a la pastura nativa, además de elemento de resiliencia para combatir procesos de erosión de suelos, en zonas áridas a semiáridas de nuestro país.

Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en la localidad de Jarkeal/Chilijchi del distrito de Seibas, a 36 km del pueblo de Pasorapa, en una parcela del Sr. Jaime Cadima, a 2357 msnm; coordenadas:

18°31'00.5'' de latitud Sud
64°33'42.0'' de longitud Oeste

La parcela presenta una elevada pendiente (aproximadamente 50%), representativa de una gran parte de esta zona de Seibas y Zapallar, que en general presenta mayores índices de humedad que la zona de valle en Pasorapa (eje Pasorapa - Tejería - Tabacal, por ejemplo). La parcela de trabajo fue definida por el productor, la cual estaba parcialmente limpia; se identificó el espacio requerido y se terminó de limpiar el terreno, eliminando malezas y arbustos, tras lo cual se realizó el arado con tracción animal.

La parcela de investigación se estableció bajo un diseño de bloques al azar, la apertura de surcos fue de manera manual con picota, procurando mantener las curvas de nivel del terreno, a una distancia de 60 cm entre surcos, estableciendo parcelas de 7 surcos, separadas por zanjas de infiltración de 40 cm de ancho y una franja de forrajeras arbustivas, de forma intercalada, en dirección contraria a la pendiente.

La siembra se la realizó el 28 de diciembre de 2018, a "chorro continuo", por surco, a una densidad de siembra de 15 kg/ha de semilla para los diferentes pastos, salvo en el caso del pasto llorón, que se sembró 10 kg/ha.

El tapado fue superficial (1 a 2 cm), dado el tamaño de las semillas.

La evaluación central del ensayo fue la producción de biomasa (en verde y en base seca), en tres momentos de desarrollo de las pasturas consideradas:

1) En fase de establecimiento: A 120 días de la siembra (dds), en fecha 17 de abril de 2019.

2) Al primer año productivo: A 394 dds, en fecha 16 de enero de 2020 y el rebrote de ese corte, a 56 días de desarrollo, el 12 de marzo de 2020.

3) Al segundo año productivo: A 799 dds, en fecha 24 de febrero de 2021 y el rebrote de ese corte, a 71 días de desarrollo, el 6 de mayo de 2021.

Vale decir que se tuvo 5 evaluaciones de la biomasa producida por siete especies de pastos introducidos (Cuadro 1).

Los materiales evaluados fueron adquiridos de la empresa de Semillas Forrajeras *SEFO SAM*, y de la empresa semillera *Peman Semillas* de la República Argentina, en el caso de la grama rhodes y el pasto buffel, especies de las cuales no se tiene producción nacional de semilla certificada.



Terreno preparado para la siembra



Apertura de surcos y siembra

Cuadro 1. Especies y variedades de pastos evaluados en Seibas (Pasorapa)

Especie (nombre científico)	Especie (nombre común)	Variedad	Procedencia
<i>Chloris gayana</i>	Gramma rhodes	Katambora	Argentina *
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto buffel	Texas	Argentina *
<i>Panicum maximum</i>	Panico	Gatton panic	SEFO-SAM
<i>Panicum maximum</i>	Panico	Aruana	SEFO-SAM
<i>Eragrostis curvula</i>	Pasto llorón	Ermelo	SEFO-SAM
<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiaria	Basilik	SEFO-SAM
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	Braquiaria	--	SEFO-SAM

* *Semilla gentilmente entregada por la empresa Peman (www.peman.com.ar) de Sinsacate, Córdoba de la República Argentina.*

Previo al trabajo de siembra, se tomaron muestras de suelo para su análisis en el *Laboratorio de Suelos y Aguas* de la FCAyP-UMSS. El Cuadro 2 presenta los resultados de ese análisis, sobre los cuales se puede hacer las siguientes observaciones, basadas en Villarroel (1988):

- En cuanto al aspecto físico (textura), con manejo adecuado estos suelos franco arcillosos, son altamente productivos y se los considera como *suelos agrícolas de muy buena calidad*, con la salvedad que la presencia de piedras y la pronunciada pendiente, dificultan de gran manera su mecanización, obligando al uso de tracción animal; además, la pendiente genera condiciones para que estos suelos sean erosionados fácilmente por acción del agua, si acaso se los tiene descubiertos de vegetación.

- Sobre el aspecto químico, destaca el pH, el cual se muestra como *moderadamente ácido*, lo cual da condiciones para el desarrollo de algunas especies propias de regiones tropicales, como las braquiarias en general, en referencia a los materiales evaluados en el ensayo.

- El bajo nivel de fósforo es la mayor limitante de estos suelos a nivel químico, aspecto generalizado en los suelos agrícolas de la zona, es así que en Tejería (en Pasorapa en la parte del valle) Cuizara *et al.* (2021), reportan valores de 1.2 ppm de fósforo.

- El resto de parámetros químicos y físicos evaluados, se encuentran en valores que no representan mayor limitación para el desarrollo de los pastos introducidos, como opción de producción forrajera complementaria al forraje nativo de la zona.

Si bien se carece de datos de precipitación, el ecosistema de Seibas muestra mayor grado de humedad que las zonas más bajas de Pasorapa, dándose condiciones para una abundante y rica vegetación nativa, que promueve una mejor calidad de suelos; fruto de estas condiciones es el nivel alto de materia orgánica (3.91%) presente en los suelos de la parcela, muy superior a los reportados por Cuizara *et al.* (2021) para la zona de Tejería (distante aproximadamente a 30 km de Seibas), que señalan apenas 0.97%.

Cuadro 2. Características químicas y físicas del suelo en la parcela experimental de Seibas, donde se realizó el ensayo con pastos introducidos (2018-2021)

Características físicas					
% Arcilla	% Limo	% Arena	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	
34	44	22	Franca arcillosa	1.18	
Características químicas					
pH 1:2.5 (suelo-agua)	CE (mmhos/cm)	Potasio (meq/100 g)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo disponible (ppm)
5.5	0.334	0.80	3.91	0.186	1.5
Interpretación de los parámetros químicos del suelo (Villaruel 1988):					
Moderadamente ácido	No salinos	Alto	Alto	Moderado	Muy bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas FCAYP-UMSS. Evaluación de marzo de 2019 (nro. 108).

Resultados y discusión

Se presenta resultados de las evaluaciones de biomasa (contenido de materia seca y rendimientos en verde y en base seca) de las siete entradas, en tres momentos de desarrollo, que abarcan los periodos agrícolas 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021; además se tiene datos de evaluaciones de calidad nutritiva de los materiales introducidos.

Evaluación 1: 18 de abril de 2019 (a 120 días de la siembra -dds-) en fase de establecimiento

Esta evaluación debe considerarse preliminar ya que el desarrollo de las pasturas -al ser perennes-, estaban en un periodo de establecimiento, a cuatro meses de la siembra, en plena fase vegetativa y con elevada competencia de malezas.

El muestreo fue solo exploratorio, sin repeticiones, razón por la cual no se puede inferir mayores proyecciones con los datos obtenidos, que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de materia seca y rendimiento de biomasa en base seca (MS) para siete gramíneas forrajeras evaluadas en Seibas (Pasorapa) en fase de establecimiento

Especie (código *)	% MS	Rend. MS (kg/ha)
Brru	20.4	3175
Gatton	19.8	2661
Brde	24.8	2394
Aruana	20.2	1880
Chga	24.3	1094
Ercu	42.2	693
Ceci	--	--

*: **Gatton:** *Panicum maximum* vr. Gatton pa nic / **Brru:** *Brachiaria ruziziensis* / **Brde:** *Brachiaria decumbens* vr. Basilik / **Aruana:** *Panicum maximum* vr. Aruana / **Chga:** *Chloris gayana* vr. Katambora / **Ercu:** *Eragrostis curvula* vr. Ermelo / **Ceci:** *Cenchrus ciliaris* vr. Texas (codificación válida para todo el artículo).

Debe hacerse notar que en esta fase, el desarrollo de la especie *Cenchrus ciliaris* (pasto buffel) era mínimo, con excesiva competencia con malezas, de ahí que no se consideró a esta pastura, en esta primera evaluación.

Evaluación 2: 16 de enero de 2020 (a 394 dds), en el primer año productivo, y el rebrote de ese corte, con 56 días de desarrollo

A partir de esta evaluación, con los datos registrados se realizó análisis de varianza (ANVA), ya que se trabajó en base a tres muestreos dentro de cada parcela a manera de repeticiones, y con pasturas plenamente establecidas y en desarrollo.

Los resultados se muestran en dos partes, la evaluación al momento de mayor producción de biomasa (a inicio de floración y/o espigamiento) y la evaluación del rebrote del corte precedente, en los mismos segmentos antes cortados.

Corte a inicio de floración:

La Figura 1 detalla los contenidos de materia seca y humedad del forraje de las entradas evaluadas en este primer corte productivo, a más de un año del establecimiento de la parcela en Seibas.

El ANVA para estas variables fue significativo con un Coeficiente de Varia-

ción (CV) muy bajo (7%) y con la separación de medias por la prueba de Duncan que se refleja en la figura.

En esta evaluación se tuvo dos extremos claramente marcados, en cuanto al desarrollo fisiológico de las gramíneas forrajeras; así se evidencia una elevada lignificación de tejidos en *Eragrostis curvula* (pasto llorón) que mostró más de 30% de materia seca al momento del corte; contraria situación se presenta en *Brachiaria ruziziensis*, con un significativo mayor contenido de humedad en el forraje (80%) que permite, de seguro, una mayor palatabilidad y digestibilidad de esta gramínea, en un eventual pastoreo por el ganado.

Los contenidos de humedad y su correspondiente materia seca en las siete gramíneas, se ven reflejados claramente en los rendimientos alcanzados por las mismas, tanto en materia verde como en materia seca (Cuadro 4) para esta primera evaluación, que ya marca la tendencia productiva de estas especies, bajo las condiciones de la zona y de manejo del ensayo.

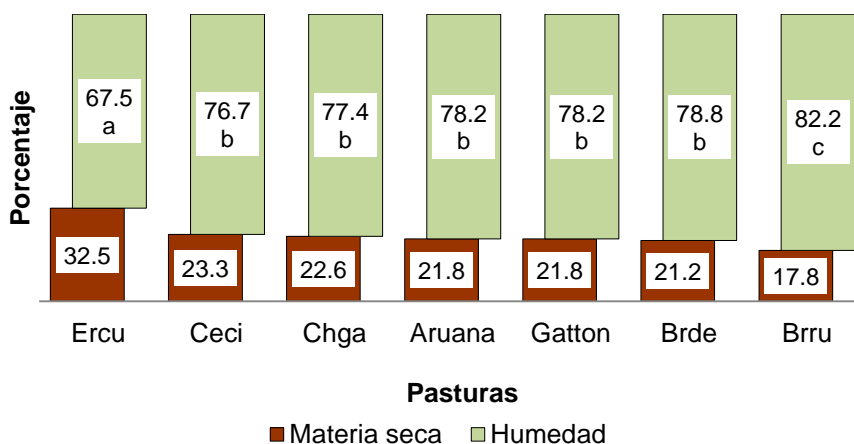


Figura 1. Humedad y materia seca en el forraje de siete gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas a 394 días de la siembra en Seibas (Pasorapa) (Duncan p : 0.05)

Cuadro 4. Rendimiento en forraje de siete gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas a 394 días de la siembra

Especie (código)	Rendimiento (kg/ha)	
	Materia verde	Materia seca
Brru	14014 a	2479 a
Gatton	11556 ab	2515 a
Brde	11098 ab	2366 a
Aruana	10236 bc	2224 ab
Chga	10074 bc	2266 ab
Ercu	7324 cd	2390 a
Ceci	6222 d	1459 b

Duncan p : 0.05 (por columna).

El ANVA para las dos variables del Cuadro 4 muestra diferencias altamente significativas para el rendimiento en materia verde (con un CV de 18.7%) pero no para el rendimiento en materia seca (con un CV de 19.7%).

Al igual que en la primera evaluación, resalta el escaso aporte de la especie *Cenchrus ciliaris* (pasto buffel) que muestra un lento establecimiento.

La cantidad y calidad de una pastura, son factores de fundamental importan-

cia. En este aspecto, *B. ruziziensis* se muestra como la pastura con mayor rendimiento, tanto en materia verde (ofreciendo un forraje más palatable por mayor contenido de humedad) como en materia seca.

Es llamativo el comportamiento del pasto llorón (*Eragrostis curvula*), ya que en materia verde su rendimiento es significativamente menor al resto de pasturas, pero en materia seca es la especie que más rinde, a la par de *B. ruziziensis*, *B. decumbens*, Gatton panic y Aruana. Sin embargo se debe considerar que este elevado rendimiento es a costa de la calidad del pasto, ya que su contenido de materia seca (32.5%), es reflejo de un alto grado de lignificación de las hojas de esta gramínea, situación que se verificó en campo.

Evaluación del rebrote de 56 días:

En el mismo ciclo agrícola (2019-2020), en fecha 12 de marzo de 2020, se determinó el rebrote de los pastos, a partir de la evaluación de biomasa en los mismos segmentos evaluados el 16 de enero de 2020. La Figura 2 muestra los contenidos de humedad y materia seca del rebrote.

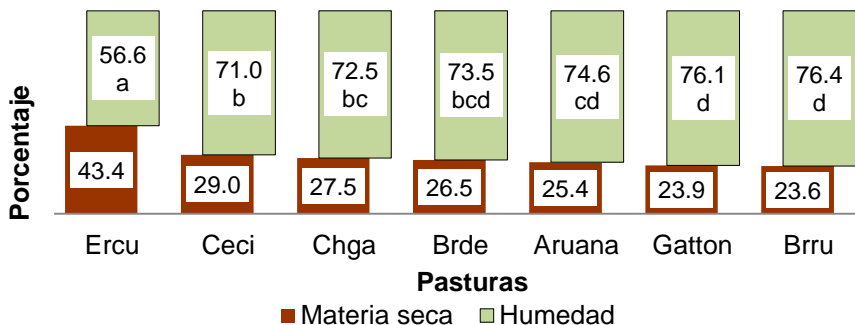


Figura 2. Humedad y materia seca de rebrote en un primer año productivo, con 56 días de crecimiento en siete gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas en Seibas (Pasorapa) (Duncan p : 0.05)

Para esta evaluación, el ANVA muestra diferencias altamente significativas, las cuales son corroboradas con la prueba de medias de Duncan. El CV fue del 6%. El Cuadro 5 detalla el rendimiento forrajero de este rebrote, en el primer año productivo de las siete pasturas.

Cuadro 5. Producción de biomasa de rebrote de 56 días (1er. año productivo) en siete gramíneas megatérmicas perennes

Especie (código)	Rendimiento (kg/ha)	
	Materia verde	Materia seca
Brru	4528 a	1071 ab
Gatton	3583 ab	860 ab
Aruana	3007 ab	762 bc
Brde	2868 abc	753 bc
Ercu	2764 bc	1204 a
Chga	2542 bc	696 bc
Ceci	1215 c	354 c

Duncan p : 0.05 (por columna).

El ANVA para las dos variables del Cuadro 5, muestra diferencias significativas para el rendimiento en materia verde (con un CV de 30.3%) y altamente significativas para el rendimiento en materia seca (con un CV de 28.2%).

Las tendencias productivas del rebrote son similares a las del corte que le precede; así *B. ruziziensis* nuevamente es la pastura que mayor rendimiento ofrece, tanto en materia verde como en materia seca, con una elevada tasa de rebrote de 43% (en base seca), solo superada por el pasto llorón (Cuadro 6).

El pasto llorón, si bien muestra la mayor tasa de rebrote, debe considerarse su elevado contenido de materia seca, incluso en un rebrote de 56 días, con más del 40% de materia seca (Figura 2), lo

cual implica una rápida lignificación de tejidos, en detrimento de la calidad y palatabilidad de la biomasa producida por esta gramínea, mostrando falencias para su utilización como pastura en las condiciones del ensayo.

Cuadro 6. Promedio de tasas de rebrote (en base seca) de 56 días para siete gramíneas megatérmicas perennes

Especie (código)	Tasa de rebrote (%)
<i>Eragrostis curvula</i> vr. Ermelo (Ercu)	50.38
<i>Brachiaria ruziziensis</i> (Brru)	43.20
<i>Panicum maximum</i> vr. Aruana (Aruana)	34.26
<i>Panicum maximum</i> vr. Gatton panic (Gatton)	34.19
<i>Brachiaria decumbens</i> vr. Basilik (Brde)	31.83
<i>Chloris gayana</i> vr. Katambora (Chga)	30.71
<i>Cenchrus ciliaris</i> vr. Texas (Ceci)	24.26

Evaluación 3: 24 de febrero 2021 (a 799 dds), al 2do. año productivo, y el rebrote de ese corte, con 71 días de desarrollo

Corte a inicio de floración:

El ANVA para materia seca en esta evaluación del segundo año productivo, muestra diferencias altamente significativas, con un CV de 4.5%. Los promedios de los valores encontrados se muestran en la Figura 3, donde nuevamente sobresale el alto contenido de materia seca en el pasto llorón (41.6%), especie que tiene un acelerado metabolismo fisiológico, que promueve una precoz lignificación de su biomasa.

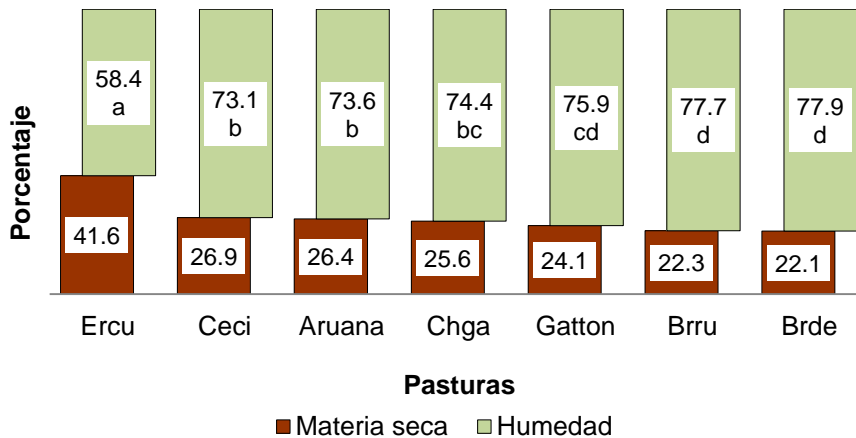


Figura 3. Humedad y materia seca en el forraje de gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas en el segundo año productivo en Seibas (Pasarapa) (Duncan p: 0.05)

Para el rendimiento de forraje en verde, el ANVA prácticamente detectó diferencias significativas (p:0.06); para el rendimiento en materia seca el ANVA sí muestra claramente diferencias significativas (p:0.02), con coeficientes de variación de 30.1% y 28.0%, respectivamente. El Cuadro 7 muestra el rendimiento promedio en forraje, para las siete gramíneas, al segundo año de producción.

Cuadro 7. Rendimiento en forraje de siete gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas a 799 días de la siembra

Especie (código)	Rendimiento (kg/ha)	
	Materia verde	Materia seca
Chga	9744 a	2443 ab
Brde	8993 a	1982 ab
Ceci	8035 a	2171 ab
Gatton	7584 a	1836 abc
Ercu	6486 ab	2696 a
Brru	6347 ab	1400 bc
Aruana	3403 b	894 c

Duncan p : 0.05 (por columna).

Al segundo año productivo, el rendimiento de forraje en materia verde muestra variaciones numéricas muy marcadas. En materia seca los rendimientos son similares en la mayoría de los casos, a excepción de Aruana. Destaca el “repunte” productivo de la grama rhodes, el pasto buffel, el Gatton panic y la *B. decumbens*, en especial en el rendimiento en materia verde. En materia seca, nuevamente el pasto llorón destaca, pero a costa de lignificación de sus tejidos.

En comparación con el primer año productivo, la media general de rendimiento en materia seca, disminuyó en el segundo año, de 2243 kg/ha a 1917 kg/ha, lo cual expresado en términos porcentuales, implica una reducción del 15% que no es significativa, mostrando en las pasturas evaluadas, una estabilidad de rendimiento en los dos ciclos agrícolas. Sin embargo, analizando las tendencias productivas por separado para cada entrada, en *B. ruziziensis* se tiene una “caída” productiva de 43%; mayor grado de reducción se da en Aruana, que al segundo año “cae” en casi 60%.

Situación contraria se presenta en *Cenchrus ciliaris* vr. Texas, especie en la cual se tiene un incremento productivo del orden de 48% en un segundo año productivo. El resto de las entradas se mantienen más estables y uniformes.

Evaluación del rebrote de 71 días:

En esta última evaluación realizada en el ensayo, se tuvo los siguientes resultados del ANVA

- Contenido de materia seca:
p = 0.0084 (altamente significativo)
CV: 13.7%
- Rendimiento en materia verde:
p = 0.0005 (altamente significativo)
CV: 15.3%
- Rendimiento en materia seca:
p = 0.0520 (significativo)
CV: 18.7%

La Figura 4 muestra los contenidos de humedad y materia seca para el rebrote de 71 días, al segundo año productivo, donde las tendencias se mantienen, aunque en el caso del pasto llorón, el contenido de materia seca es menor al de las anteriores evaluaciones con esta pastura. Nuevamente *B. ruziziensis* muestra tejidos con mayores contenidos de humedad.

El Cuadro 8 muestra los promedios de rendimiento en forraje (en verde y seco) para este momento de evaluación.

Cuadro 8. Producción de biomasa de rebrote de 71 días (2do. año productivo) en siete gramíneas megatérmicas perennes

Especie (código)	Rendimiento (kg/ha)	
	Materia verde	Materia seca
Brru	6930 a	1290 a
Gatton	6180 ab	1300 a
Brde	4903 bc	1026 ab
Chga	4195 c	921 ab
Ercu	4028 c	1272 a
Aruana	3598 c	869 b
Ceci	3535 c	882 b

Duncan p : 0.05 (por columna).

Del cuadro anterior, nuevamente destaca y repunta el rendimiento de *B. ruziziensis*, ligado a su elevado contenido de humedad (más de 80%, Figura 4).

En el pasto llorón ocurre lo contrario ya que su rendimiento en materia verde es bajo pero sube notablemente cuando se estima su rendimiento en materia seca pero, como ocurrió a lo largo del ensayo, a costa de una elevada lignificación

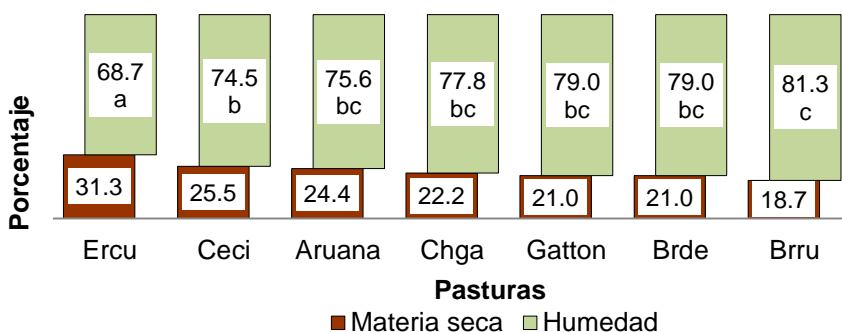


Figura 4. Humedad y materia seca de rebrote de un segundo año productivo, con 71 días de crecimiento en siete gramíneas megatérmicas perennes, evaluadas en Seibas (Pasorapa) (Duncan p : 0.05)

El Cuadro 9 detalla las tasas de rebrote para este segundo ciclo en las gramíneas evaluadas; se debe considerar que el tiempo de rebrote del follaje en este segundo año, fue mayor -71 días- que en el caso del primer año, donde se evaluó a los 56 días, La media del rebrote para el primer año fue 814 kg/ha MS, mientras que para el 2do. año fue 1080 kg/ha, es decir un incremento de 30% al año 2.

Cuadro 9. Promedio de tasas de rebrote (en base seca) de 71 días, para 7 gramíneas megatérmicas perennes

Especie	Tasa de rebrote (%)
<i>Panicum maximum</i> vr. Aruana	97.20
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	92.14
<i>Panicum maximum</i> vr. Gatton panic	70.81
<i>Brachiaria decumbens</i> vr. Basilik	51.77
<i>Eragrostis curvula</i> vr. Ermelo	47.18
<i>Cenchrus ciliaris</i> vr. Texas	40.63
<i>Chloris gayana</i> vr. Katambora	37.70

En este segundo año productivo, con 71 días de crecimiento del rebrote, destacan las gramíneas Aruana y *B. ruziziensis*, las cuales prácticamente producen la misma cantidad que la generada a inicio de floración, lo cual es una ventaja productiva notable para estas especies. Sin embargo, se debe mencionar que la evaluación de este rebrote tuvo un sesgo operativo ya que se realizó en un día con una persistente llovizna que de alguna manera provocó una sobre estimación de los rendimientos, pero que en todo caso fue un factor que influyó para todos los registros tomados. Las si-

guientes dos fotografías ilustran la situación descrita:



Chloris gayana vr. Katambora, muestra la menor tasa de rebrote, ratificando su condición *tardía* para las condiciones del ensayo.

Evaluación adicional considerando el rendimiento acumulado en dos ciclos agrícolas (2019-2020 y 2020-2021)

Teniendo la información productiva de dos años, se consideró la producción acumulada de los dos ciclos agrícolas, es decir la sumatoria del corte a inicio de floración y del rebrote en los años 2020 y 2021 (Cuadro 10). Para esta evaluación adicional, se analizó solamente el rendimiento en materia verde y en materia seca, encontrándose con el ANVA, diferencias altamente significativas en ambos casos, con CV de 13.0 y 12.2%, respectivamente.

Cuadro 10. Rendimiento acumulado en forraje y promedio de humedad y materia seca en follaje, para dos años productivos en siete gramíneas megatérmicas perennes

Especie (código)	Rendimiento (t/ha)		% promedio de humedad en follaje	% promedio de materia seca en follaje
	Materia verde	Materia seca		
Brru	31.8 a	6.2 ab	79.4	20.6
Gatton	28.9 a	6.5 ab	72.3	27.7
Brde	27.9 a	6.1 bc	77.3	22.7
Chga	26.6 a	6.3 ab	75.6	24.4
Ercu	20.6 b	7.6 a	62.8	37.2
Aruana	20.2 b	4.7 d	75.5	24.5
Ceci	19.0 b	4.9 cd	73.8	26.2

Duncan p : 0.05 (por columna).

Al cabo de una fase de establecimiento de más de un ciclo agrícola y dos ciclos agrícolas completos, en el rendimiento acumulado de forraje, destaca notoriamente la especie *B. ruziziensis*, que alcanza producciones elevadas de biomasa forrajera, llegando a más de 30 t/ha en materia verde y más de 6 t/ha en base seca, con un contenido promedio de humedad en el forraje producido, mayor al resto de gramíneas evaluadas.

Si bien el Gatton y *Chloris gayana* también alcanzan rendimientos estadísticamente similares a *B. ruziziensis*, estas pasturas tienen un mayor grado de materia seca promedio en el forraje (Cuadro 10), ofreciendo una biomasa de menor calidad y palatabilidad, que en el caso de *B. ruziziensis*.

Una especie que es muy importante para las condiciones de zonas áridas a semi-áridas y más específicamente para el Chaco Boliviano, es el *Panicum maximum*, variedades Gatton panic y Aruana. En el caso del presente ensayo, estas pasturas, si bien no fueron las más destacadas en las evaluaciones a lo largo de los años 2019 a 2021, al considerar el

rendimiento acumulado, la variedad Gatton panic muestra su importancia y destaca porque su desarrollo se dio a “cielo abierto” y no bajo sombra de vegetación arbustiva y arbórea, que es donde tiende a desarrollarse mejor, así, Joaquín (2014) para Gatton panic, indica diferencias altamente significativas para el rendimiento de esta gramínea, bajo manejo de *con* y *sin* sombra de árboles, reportando promedios de 6000 y 3500 kg MS/ha, respectivamente. Esta especie también cobra importancia ya que -a nivel nacional-, la empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM, produce y comercializa semilla de ambas variedades.

Por otra parte, las dos variedades destacan en zonas relativamente cercanas a Pasorapa; es el caso de los trabajos del Proyecto PIA ACC 11, liderizado por el CIF en los años 2015 a 2018, en Chingurí y Callejones (Aiquile), donde tanto Gatton panic como Aruana, tuvieron rendimientos sobresalientes y sobre todo generando cobertura vegetal importante, habiendo sido sembrados en zanjas de infiltración (Proyecto PIA ACC 11, 2018).

El mismo Proyecto PIA ACC 11, presenta en su informe final, información muy relevante que pone de manifiesto la importancia de las pasturas introducidas en ambientes áridos a semi áridos, en los cuales la pérdida de vegetación es un problema que afecta al productor, pero sobre todo a los suelos de estas zonas.

Así, en evaluaciones sobre desarrollo y aportes de la vegetación nativa, en Callejones (zona próxima a Pasorapa), se reporta una biomasa máxima de 516 kg/ha en base seca, en áreas abiertas al pastoreo; esta situación mejora notablemente en áreas cercadas, llegando a 1340 kg/ha en base seca, como aporte de biomasa vegetal nativa.

Como se constata con los resultados obtenidos en Seibas, los valores antes descritos, se encuentran muy por debajo del aporte que se puede lograr con pasturas introducidas y en un tiempo relativamente muy corto, es decir en un solo ciclo agrícola.

Bajo esta óptica, el papel de las pasturas introducidas es fundamental en términos de producción forrajera y tal vez, más importante aun, en términos de cobertura vegetal que es el pilar de la lucha contra los procesos erosivos de suelos, lo cual se evidencia con solamente examinar la siguiente fotografía, tomada al primer año productivo de las diferentes gramíneas megatérmicas perennes, las cuales logran un desarrollo foliar abundante pero también radicular que permite retener las partículas del suelo ante eventos lluviosos, más aun en terrenos con pendientes pronunciadas, como es el caso de la mayoría del área ganadera en Pasorapa en especial y del Cono SUR de Cochabamba en general.



Elevada producción de biomasa forrajera con gramíneas megatérmicas perennes, introducidas en Seibas (Pasorapa)

El INTA (2014), al referirse a las gramíneas megatérmicas perennes, indican que éstas junto a los cultivos anuales de invierno y de verano, conforman recursos forrajeros valiosos que aportan forraje de calidad y en cantidad y complementan la vegetación natural, que es el principal recurso de las regiones ganaderas del norte y centro oeste de la Argentina, zonas que son similares a las de la zona chaqueña en Bolivia, y por ende al Cono Sur de Cochabamba. Los mismos autores continúan indicando que dada la diversidad de ambientes y sistemas de producción que predominan en las regiones indicadas, las funciones que cumplen estas especies son variadas, ofreciendo una diversidad de beneficios que pueden agruparse en “servicios” como ser, a modo de ejemplo, el de permitir un manejo sustentable del campo natural (*Brachiaria* spp., *Cenchrus ciliaris*, *Setaria sphacelata*, *S. eriantha*), acumular, conservar o transferir forraje para mejorar la oferta forrajera en épocas críticas del año (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum coloratum*, *P. maximum*), incrementar la oferta de forraje en sistemas silvo y agro - silvopastoriles (*Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *Axonopus catarinensis*) o

donde la productividad del recurso natural es muy escasa (*Chloris gayana*, *Eragrostis curvula*, *Brachiaria brizantha*, *Acroceras macrum*) o en condiciones deficientes de la fertilidad natural del suelo (*Brachiaria brizantha*, *B. humidicola*). Debe considerarse que los ejemplos de las especies no son excluyentes, ya que una misma especie desempeña más de una función en una o varias regiones (INTA, 2014).

Análisis bromatológico

Un pasto de buenas características nutricionales para el ganado, debe contar con mayor contenido proteico y fibra de alta digestibilidad. Según se observa en el Cuadro 11, el contenido de proteína es mayor en las dos especies de *Brachiaria* y las dos variedades de *Panicum maximum*, superando el 8%. Muy por debajo se encuentra la grama rhodes (*Chloris gayana*).

En el caso de *E. curvula*, que presentó elevados rendimientos en base seca, se debe considerar que si bien muestra una mediana calidad nutritiva en comparación al resto de gramíneas evaluadas, la rápida lignificación de sus tejidos provoca una reducción conforme la fase

reproductiva avanza (CIF, 2017). Covas y Cairnie (1985), indican que el contenido de proteína es máximo en el rebrote primaveral (12% o más), disminuyendo luego hasta 8% en el verano hasta finalizar el otoño, y bajando hasta 2% a 3% en el invierno, lo cual muestra la rápida disminución rápida de su calidad nutritiva. *E. curvula* tiene el mayor contenido de fibra cruda, este valor está directamente relacionado con la rápida lignificación de este pasto, por tanto se presume una baja digestibilidad de la fibra. Como ya se mostró, en todas las evaluaciones, el pasto llorón tiene elevados contenidos de materia seca, producto de su acelerado metabolismo fisiológico. Al respecto, un problema generalizado en las pasturas megatérmicas, es su baja digestibilidad.

Así, Wilson (1997), puntualiza que esta limitante y la pérdida de calidad con el aumento de biomasa, se debe a la gran acumulación de estructuras fibrosas durante el crecimiento. Los tejidos de sostén de estas especies tienen una pared celular secundaria bien desarrollada, y forman un complejo entramado de estructuras físicas y/o químicas (Buxton y Redfearn, 1997) que impiden el ataque de los microorganismos ruminales.

Cuadro 11. Análisis bromatológico (valores en %, ajustados al 100% de materia seca) para siete gramíneas megatérmicas perennes evaluadas en Seibas (2018-2021)

Variedad/especie	Proteína bruta	Ceniza	Extracto etéreo	Fibra cruda	E.L.N.
<i>Brachiaria decumbens</i>	8.13	11.01	2.09	35.06	43.70
<i>Cenchrus ciliaris</i>	6.90	9.26	1.12	43.64	39.08
<i>Panicum maximum</i> (Aruana)	8.41	11.49	2.50	35.52	42.08
<i>Chloris gayana</i>	5.91	8.44	1.51	39.54	44.60
<i>Panicum maximum</i> (Gatton)	8.29	11.31	1.39	32.37	46.64
<i>Eragrostis curvula</i>	7.43	4.42	1.77	46.49	39.88
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	8.25	11.36	1.53	30.18	48.67

Fuente: Adaptado de: Laboratorio de Nutrición Animal FCAYP-UMSS. Evaluación: febrero 2021.

Conclusiones

- La mayoría de los pastos megatérmicos perennes introducidos, han mostrado una gran capacidad productiva y son una opción viable y recomendable, para generar forraje y proteger los suelos; aportando biomasa de manera mucho más rápida, de mejor calidad y en mucha mayor proporción que la vegetación nativa.
- Estrictamente en base a los resultados del ensayo en Seibas, la gramínea *Brachiaria ruziziensis*, consistentemente ha sido una de las más productivas y que mejor calidad muestra, a más de una aparente mejor palatabilidad del forraje, gracias a un mayor contenido de humedad en su biomasa, significativamente diferente al resto de pasturas, que en todas las evaluaciones mostraron mayor lignificación de tejidos. Estos aspectos permiten recomendar a esta especie para su difusión en condiciones similares a Seibas. Una ventaja adicional es la elevada tasa de rebrote que ha mostrado. Finalmente, es importante tener en cuenta que se dispone de semilla de producción nacional de esta especie.
- El pasto llorón, a diferencia de las demás pasturas evaluadas, muestra un ciclo fisiológico mucho más acelerado, que genera una rápida lignificación de tejidos, que a su vez, generaría una baja tasa de digestibilidad al ser consumida por el ganado, razón por la cual, bajo las condiciones del ensayo, esta especie puede utilizarse más con fines de protección de suelos, antes que con fines forrajeros propiamente dichos.
- La capacidad productiva de las pasturas megatérmicas perennes evaluadas desde el año 2018 a 2021, paulatinamente se ha estabilizado, mostrando similar potencial de producción de forraje; es así que a más de dos años de la siembra y considerando la producción a inicio de floración más el rebrote, las especies *B. ruziziensis*, *Chloris gayana* (pasto rhodes cv. Katambora) y *Panicum maximum* (cv. Gatton panic) producen significativamente más forraje que el resto de las pasturas, sin diferencias significativas entre las tres especies; además tienen elevadas tasas de rebrote. *B. decumbens* (cv. Basilik) si bien alcanzó rendimientos un poco inferiores, es otra opción que se debe considerar, más aun tomando en cuenta la calidad nutritiva del forraje que produce. *Panicum maximum* (cv. Aruana) y *Cenchrus ciliaris* (pasto buffel cv. Texas), se mostraron como pasturas de menor producción forrajera, con tasas de desarrollo menores que el resto de las pasturas megatérmicas perennes consideradas en el ensayo.
- A un nivel más integral del trabajo desarrollado por el CIF en el Proyecto COTRIFOR, trabajando con pasturas megatérmicas perennes, se debe destacar a la especie *Chloris gayana* (grama rhodes, en este caso el cv. Katambora de procedencia argentina), la cual habiéndose destacado en Seibas, también se destacó a un primer nivel de relevancia, en la zona de Tejería, (en el mismo periodo que el ensayo en Seibas). Tejería se ubica en la parte plana del municipio, a 6 km del pueblo de Parorapa, y es parte de una franja de suelos mucho menos aptos y con aportes de

humedad mucho menores que en el caso de Seibas. Esto muestra la gran capacidad de adaptación de la grama rhodes y su potencial productivo para el municipio de Pasorapa en especial y el cono Sur de Cochabamba, en general, con fines de producción de forraje y también para generación de cobertura vegetal y la consecuen- te protección de suelos.

Referencias citadas

- Bandera R., Bertram N., Bolleta A., Chiacchiera S., Ferri J., Galíndez G., Lauric A., Malagrina G., Otondo J., Petruzzi H., Stritzler N., Torres Carbonell C. 2013. Las gramíneas forrajeras megatérmicas perennes en la región templada de Argentina. Bertín O (ed.). INTA. Argentina. 46 p.
- Buxton D., Redfearn D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. *J. Nutr.* 127: 814S-818S.
- CIF (Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"). 2017. *Eragrostis curvula* (Pasto llorón). Información técnica, recomendaciones de cultivo y resultados sobresalientes de investigación, en pasto llorón en Bolivia. Serie: Materiales de Capacitación Boletín técnico / divulgativo 001/2017 (Programa "Forrajes Pratenses"). Cochabamba, Bolivia. 12 p.
- COPLADEL (Consultoría de Planificación de Proyectos de Desarrollo Local). 2011. Publicaciones 2007-2011. Cochabamba, Bolivia. t. 2. 224 p.
- Covas G., Cairnie A. 1985. El pasto llorón (*Eragrostis curvula*). Manual con información básica y normas para su cultivo y utilización. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 76 p.
- Cuizara Z.; Castellón E., Espinoza J., Camacho E., Campos H., Meneses R. 2021. Evaluación comparativa de la producción de forraje verde y chala de sorgo y maíz, en condiciones de secano en Tejería (Pasorapa). **En:** Revista de Agricultura nro. 64. FCAyP-UMSS. Cochabamba, Bolivia. (en prensa).
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2014. Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semi-árido central de la Argentina. Argentina. 72 p.
- Joaquín N. 2014. Los sistemas silvo-pastoriles intensivos. **En:** Memorias XX Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Villa Montes, Tarija, 8 y 9 de agosto de 2014. p. 28-39. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" CIF-UMSS (ed.). Santa Cruz, Bolivia. 448 p.
- Proyecto PIA ACC 11 (*Gestión Territorial, Recuperación de la Pradera Nativa Comunal y Manejo de Unidades Productivas, para la Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático en Áreas Xerofíticas del Municipio de Aiquile*). 2018. Informe técnico final. CIF, CISTEL, BIORENA. UMSS / USFXCh. Cochabamba, Bolivia. 77 p. + anexos.
- Royo M., Melgoza A., Santos S., Carrillo R., Jurado P., Gutiérrez R., Echavarría F. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. **En:** II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Memorias. UAZ, INIFAP. Zacatecas, México. 105 p.
- Sage R. 2004. The evolution of C4 photosynthesis. Department of Botany, University of Toronto. Ontario, Canada. *New Phytologist*. 161: 341-370.

Sierra J., Royo M., Ronquillo E. 2014. El zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en Chihuahua. S.E. La Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico 48:1-42.

Villarroel J. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. UMSS – AGRUCO. Serie técnica nro. 10. Cochabamba, Bolivia. 42 p.

Wilson J. 1997. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. **En:** Simposio internacional sobre producción animal em pastejo. Viçosa, MG. Anais Viçosa, MG. UFV. p. 173-208.

Agradecimientos:

- Los autores agradecen a la GIZ por el apoyo para realizar este trabajo.
- A los cooperantes, Sres. Jaime Cadima en Seibas y Cándido Salazar en Tabascal, por el apoyo y confianza depositados en el Proyecto.
- A Freddy Cabrera (MVZ) de la Parroquia de Pasorapa, por la coordinación en la zona de trabajo.
- A las empresas semilleras SEFO-SAM (Bolivia) y Peman Semillas, por haber proporcionado la semilla de todos los materiales evaluados.



Brachiaria ruziziensis en Seibas a 4 meses de la siembra (arriba) y al primer año productivo (abajo)



Chloris gayana vr. *Katambora* (grama rhodes) en Tejería a inicios del año 2019, mostrando una elevada tasa de crecimiento, en una zona mucho más seca y de suelos más pobres que en Seibas