

Evaluación de la producción forrajera de ecotipos locales de *Eragrostis curvula* (pasto llorón), procedentes del Altiplano, en condiciones del Valle Central de Cochabamba

Nilo Achá¹; Marcelo Gonzales²; Ruddy Meneses¹;
Edson Camacho¹; Ermindo Barrientos²

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

² Centro Experimental Agropecuario Condoriri - Universidad Técnica de Oruro (UTO)

E mail: n.acha@umss.edu.bo

Resumen. A partir de germoplasma de *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees (pasto llorón) recolectado del Altiplano Central de Oruro (3200 a 3600 mnsn), se evaluó la producción forrajera en condiciones del Valle Central de Cochabamba (2600 msnm) buscando determinar la capacidad productiva de tres ecotipos de zonas de altura frente a una variedad comercial, a manera de testigo. Se aplicó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos (3 ecotipos + 1 variedad comercial). Los resultados muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tratamientos, en rendimiento de forraje en materia seca, solo para el primero de cuatro cortes evaluados en la gestión agrícola 2011-2012. El rendimiento promedio por corte estuvo cercano a las 4 t/ha en base seca, mostrando superioridad numérica (sin diferencias significativas con los ecotipos) la variedad comercial. Se determinó también el porcentaje de materia seca para los cuatro cortes, donde es evidente la variación como respuesta a la época del año y la respuesta de la especie en términos de lignificación de tejidos. Se concluye que si bien la variedad comercial supera numéricamente a los ecotipos en producción forrajera, este germoplasma local es muy valioso en términos de adaptación y persistencia en condiciones donde esta gramínea forrajera cobra importancia, es decir en zonas altas y de condiciones edafo climáticas poco favorables.

Palabras clave: Gramíneas forrajeras; Potencial productivo; Germoplasma forrajero.

Abstract: Evaluation of the forage production of local ecotypes of *Eragrostis curvula* (Weeping Love Grass), from the Altiplano, under conditions of the Central Valley of Cochabamba. From germplasm of *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees (Weeping Love Grass) collected from the Central Plateau of Oruro (3200 to 3600 mnsn), forage production was evaluated in conditions of the Central Valley of Cochabamba (2600 masl) searching to determine the productive capacity of three ecotypes of high altitude zones against a commercial variety, as a control. A randomized block design with three replications and four treatments (3 ecotypes + 1 commercial variety) was applied. The results show significant differences ($P < 0.05$) for the treatments, in forage yield in dry matter, from 4 cuts evaluated in the agricultural management 2011-2012. The average yield per cut was close to 4 t / ha on a dry basis, showing superiority the commercial variety compared to the 3 ecotypes collected in the Altiplano. The percentage of dry matter was also response of the species in terms of tissue lignification is evident. It is concluded that although the commercial variety surpasses the ecotypes in forage production, this local germplasm is very valuable in terms of adaptation and persistence in conditions where this forage grass is important, that is, in high areas and with unfavorable edaphoclimatic conditions.

Keywords: Forage grasses; Productive potential; Forage germplasm.

Introducción

Taxonómicamente, la especie *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees (pasto llorón) pertenece a la familia Poaceae, sub familia Chloridoideae, tribu Eragrostideae, género *Eragrostis* von Wolf (Covas y Cairnie, 1985; Cronquist 1981 citado por Zappacosta, 2009). A más del nombre común de pasto llorón, en otros países se conoce a esta forrajera como *Boer lovegrass* o *Weeping lovegrass* en USA. *E. curvula* incluye genotipos de diferente ploidía; así, los diploides ($2n=2x=20$) son raros en la naturaleza, se reproducen sexualmente y son autoincompatibles, mientras que los poliploides ($2n=6x=60$ a $2n=8x=80$) se reproducen por apomixis y son autocompatibles (Zappacosta, 2009).

Eragrostis curvula es una especie que tiene una vía fotosintética C4. Si bien es nativo de Sudáfrica, se ha naturalizado en las Islas Canarias, Asia, Australia, Nueva Zelanda, USA y áreas tropicales y subtropicales de Sudamérica. En Argentina se la encuentra en todo el país excepto el sur de la Patagonia (Covas y Cairnie, 1985). Por su parte, Bayá (1977) indica que el pasto llorón habita en suelos arenosos y se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina, prosperando como forrajera en suelos de baja fertilidad en zonas semiáridas, presentando abundante semilla, buen vigor de las plántulas y facilidad de establecimiento.

El pasto llorón es una opción para mejorar el aporte forrajero -cuantitativa y cualitativamente- de la pradera nativa de las zonas altas de Bolivia, tanto en suelos aptos como en suelos pobres, ya que el pasto llorón, gracias a su rusticidad, prospera en condiciones extremas y aporta forraje de alta calidad nutritiva para la ganadería andina (CIF, 2017).

En Bolivia se tienen reportes de ensayos del año 1965, de introducción del pasto llorón en la Estación Experimental de Patacamaya (La Paz) (Mendieta 1972 y 1979). Barja (1970), indica que a partir del año 1960, se intensificaron las investigaciones en pastos para las zonas central y sud del Altiplano, caracterizadas por la escasa precipitación pluvial, indicando que todo el germoplasma existente en esa época en la Estación Experimental de Belén, fue volcado a Patacamaya y reforzado con muchas otras especies y variedades de clima seco y frío, siendo que la única especie gramínea que pudo resistir las condiciones ambientales de esa zona, fue el pasto llorón, que además de su producción forrajera, también logró producir semilla viable de buena calidad y en cantidad apreciable.

En la región del Altiplano Sur de Bolivia (zona árida a semiárida), el cambio de sistema de producción y el denominado “boom de la quinua” a partir del Año Internacional de la Quinua (2013) con la ampliación no planificada y desproporcionada de superficies de este cultivo, en planicies, afectó notablemente, causando un proceso acelerado de degradación de suelos y desertificación gradual de esta zona de vida, árida y semiárida, pues las condiciones ambientales son de extrema fragilidad por los niveles bajos de precipitación, altas tasas de erosión eólica, presencia de heladas y proliferación de insectos plaga.

En consecuencia, la degradación ambiental y el cambio climático, independientemente de afectar la producción sostenible de quinua, tiene una incidencia altamente negativa y directa sobre la ya pobre condición de las praderas nativas, con una escasa disponibilidad de biomasa vegetal, situación que repercute en la disminución de ganado camélido y ovino,

por consiguiente, una baja disponibilidad de estiércol para fertilizar los suelos bajos en nutrientes. En este escenario, una de las pocas alternativas de mejorar las condiciones ambientales, disminuir las elevadas tasas de erosión eólica y ofrecer forraje fresco y conservado, es el uso del pasto llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees, a partir del establecimiento de parcelas forrajeras, mejoramiento de cobertura vegetal, en barreras vivas de arbustos nativos (tholas) y efectuar siembras asociadas con vegetación nativa en planicies y laderas del Altiplano Sur (Barrientos *et al.*, 2018).

El pasto llorón es muy resistente a la sequía, bajas temperaturas y soporta muy bien el pastoreo. Tiene un excelente rebrote primaveral. El forraje que produce puede destinarse para consumo en verde (pastoreo directo) y también como forraje conservado (heno o ensilaje). Además de su principal uso como forrajera, el pasto llorón es una especie apta para el control de erosión mediante la estabilización de taludes en caminos, formación de terrazas y como barreras de protección contra el efecto erosivo del viento, en especial en suelos arenosos (CIF, 2017).

El objetivo del trabajo fue determinar el rendimiento en forraje y la proporción de materia seca en cortes sucesivos, de ecotipos de pasto llorón recolectados en el Altiplano Central de Bolivia, frente a una variedad comercial, en condiciones del fundo "La Violeta", en el Valle Central de Cochabamba, a fin de valorar el potencial productivo del germoplasma recolectado.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante la campaña agrícola 2011-2012 en el CIF "La Viole-

ta", ubicado en el Valle Central de Cochabamba, a 2614 msnm. La siembra se realizó de forma manual, a chorro continuo, a una densidad de siembra de 4 kg/ha, en parcelas de 8 m de largo por 2.1 m de ancho (7 surcos a 0.30 m).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, los resultados se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias con la *Prueba de Rango Múltiple de Duncan*. Los tratamientos fueron cuatro entradas de pasto llorón:

- ⇒ Ecotipo "Challapata"
- ⇒ Ecotipo "Condoriri"
- ⇒ Ecotipo "Aguas Calientes"
- ⇒ Variedad comercial "CIF"

Los tres ecotipos proceden de la colecta realizada en el Altiplano por el *Centro Experimental Agropecuario Condoriri /CEAC* de la *Universidad Técnica de Oruro* (UTO). La variedad comercial "CIF" es un material generado por el CIF "La Violeta" y actualmente es comercializado por la Empresa Universitaria SEFO-SAM.

Una vez establecida la parcela del ensayo, se realizó un corte de uniformización, para iniciar las evaluaciones antes del invierno de 2010. En total, se consideró para este trabajo, cuatro evaluaciones a inicio de floración, entre marzo de 2011 a febrero de 2012.

Las variables de respuesta básica fueron el *rendimiento en materia seca, contenido de materia seca del forraje* (en %) y *distribución de la producción por corte*, en cada uno de los cuatro cortes de las cuatro entradas de pasto llorón evaluadas.

Resultados y discusión

Rendimiento en forraje

El análisis de varianza para el rendimiento promedio de cuatro cortes, de las cuatro entradas evaluadas, registró diferencias significativas ($P < 0.05$) solo para el primer corte.

La media general por corte fue de 3815 kg/ha en base seca, encontrándose por encima de la media, al ecotipo *Aguas Calientes* y la variedad *CIF* (Cuadro 1). Los valores encontrados son superiores a los reportados por el CIF (2017), con variedades comerciales en la misma zona donde se realizó el presente trabajo.

Así, se indica un rendimiento máximo de 2192 kg/ha (en materia seca) para la variedad *CIF*, como promedio de 4 cortes en el periodo febrero de 2014 a enero de 2015; igualmente se indica rendimientos de 1.4 a 1.6 t/ha en variedades comerciales procedentes de la República Argentina (variedades *Ermelo* y *Gaicho*).

Mostrando tendencias opuestas, en condiciones del Altiplano, Prieto y Alzérreca (2006), evaluando variedades argentinas (en la *Estación Experimental de Patacama*) reportan un rendimiento medio superior de 8 t/ha (en base seca), con extremos de 10.7 t/ha para la variedad *Ermelo* y 5.2 t/ha para la variedad *Don Walter*, lo cual muestra la gran capacidad y respuesta productiva de esta especie, a

zonas de altura, trabajando con variedades mejoradas y actualmente de amplia utilización en otros países. Por otra parte, el Cuadro 2 detalla las características climáticas que se presentaron en el periodo en el cual se desarrolló el presente trabajo en el CIF “La Violeta”.

Se presenta esta información climática, con la finalidad de mostrar las condiciones climáticas prevalentes, en las cuales se desarrolló el ensayo y para relacionar los datos de producción con el clima.

Así, graficando las tendencias productivas para la variedad *CIF* y el ecotipo que se destacó (*Aguas Calientes*) (Figura 1), y considerando los datos climáticos en el mismo periodo (Cuadro 2), se ve una respuesta altamente correlacionada, especialmente, con la precipitación. El “bajón” productivo de los cortes de julio y noviembre, está directamente relacionado con el periodo invernal, caracterizado por la escasa presencia de lluvias y el registro de temperaturas bajas, que limitan un vigoroso rebrote y por ende una elevada producción de forraje, promoviendo por el contrario, una rápida lignificación de tejidos.

Los elevados rendimientos de marzo de 2011 y de febrero de 2012, responden a la acumulación de humedad del periodo lluvioso precedente a estos dos meses, además de las temperaturas prevalentes en esta época.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje (en materia seca) para cuatro entradas de pasto llorón en cuatro cortes sucesivos entre marzo de 2011 a febrero de 2012 en el CIF "La Violeta"

Entradas	Rendimiento (kg/ha en MS)				Total acumulado	Promedio por corte
	Corte 1 (marzo)	Corte 2 (julio)	Corte 3 (nov.)	Corte 4 (febrero)		
var. CIF	5326 a	3833 a	2070 a	5801 a	17031	4258 a
Ec. Aguas Calientes	4380 ab	3411 a	2014 a	5461 a	15266	3817 a
Ec. Challapata	3500 b	3421 a	2071 a	6123 a	15114	3778 a
Ec. Condoriri	3955 b	3285 a	1665 a	4727 a	13632	3408 a
Promedio	4290	3487	1955	5528	15261	3815

Valores con la misma letra, dentro de cada columna, no difieren significativamente, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P < 0.05$)

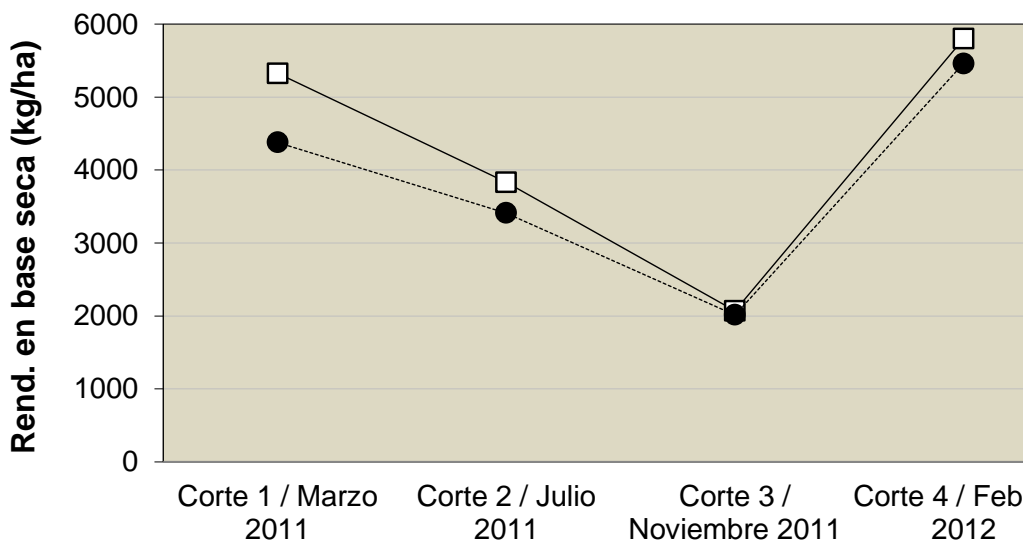


Figura 1. Tendencia productiva de dos entradas de pasto llorón en cuatro cortes sucesivos entre marzo de 2011 a febrero de 2012 en el CIF "La Violeta"

Cuadro 2. Precipitación y temperaturas para el periodo marzo de 2011 a febrero de 2012 en el CIF “La Violeta”

Mes /Año	Precipitación mensual (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)
Marzo 2011	116.8	25.0	11.1	18.6
Abril 2011	1.5	26.1	10.7	18.8
Mayo 2011	0.0	27.0	3.5	16.0
Junio 2011	0.0	26.0	1.2	16.0
Julio 2011	3.4	24.2	2.5	15.2
Agosto 2011	0.0	27.0	3.4	18.7
Sept. 2011	15.9	26.8	5.0	17.6
Octubre 2011	8.8	27.1	9.6	19.4
Nov. 2011	33.2	27.6	8.9	20.9
Dic. 2011	105.3	26.8	10.9	18.7
Enero 2012	150.5	27.2	9.8	19.9
Febrero 2012	169.8	24.7	11.8	18.6

Fuente: Adaptado de datos climáticos históricos del SENAMHI.

Contenido de materia seca (%)

El Cuadro 3 y la Figura 2, muestran el contenido de materia seca (en %) para las cuatro entradas, en cada uno de los cuatro cortes realizados.

El corte 2, realizado en julio de 2011 tiene el mayor valor de contenido de materia seca (con extremos de 65% y 59% para la variedad CIF y el ecotipo Condoriri, respectivamente), que es el reflejo de una fuerte lignificación de tejidos a causa de la época invernal, donde la temperatura mínima baja notoriamente, tal como se muestra en el Cuadro 2, con valores cercanos a los 23°C.

Por otra parte, en ese periodo la precipitación fue mínima (por no decir nula) desde el mes de mayo de 2011 (Cuadro 2).

Al respecto, Piparola *et al.* (2018), indican que el pasto llorón, es de uso frecuente en la región pampeana argentina, debido a que brinda un forraje de buena calidad desde mediados de septiembre hasta casi finalizado el verano, presentando una elevada pérdida de calidad a medida que avanza su proceso de crecimiento, siendo el rebrote primaveral el estado de mayor calidad.

Los valores encontrados para esta variable en el ensayo en el CIF “La Violeta”, difieren con reportes de otros trabajos, entre ellos el de Lauric *et al.* s/f en regiones semiáridas de Argentina, donde reportan niveles de materia seca de 42% a 47%; se atribuye esta variación a las condiciones edafo climáticas de los lugares de estudio.

Cuadro 3. Contenido de materia seca (en %) para cuatro entradas de pasto llorón, en cuatro cortes sucesivos entre marzo de 2011 a febrero de 2012 en el CIF "La Violeta"

Cultivares	Materia seca por corte (en %)			
	Corte 1 (marzo)	Corte 2 (julio)	Corte 3 (nov.)	Corte 4 (febrero)
Ec. <i>Challapata</i>	34	63	23	48
Ec. <i>Condoriri</i>	40	59	22	49
Ec. <i>Aguas Calientes</i>	37	62	21	45
var. <i>CIF</i>	36	65	22	45

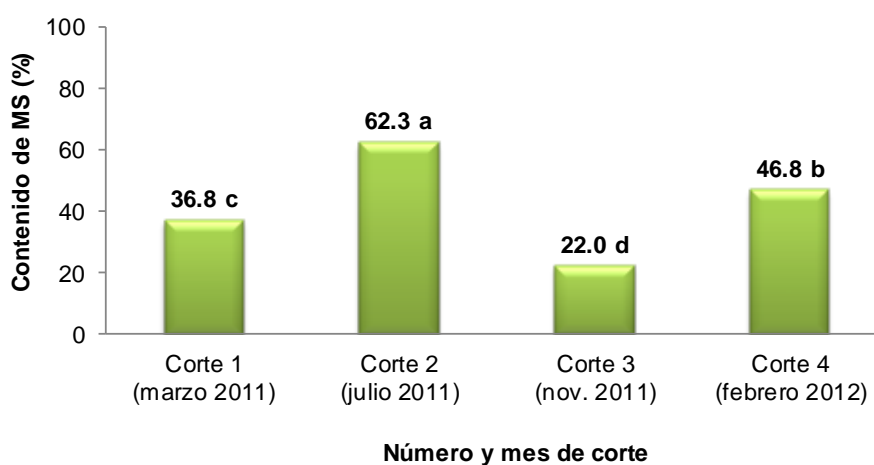


Figura 2. Contenido de materia seca (en %) promedio en pasto llorón, para cuatro cortes sucesivos entre marzo de 2011 a febrero de 2012 en el CIF "La Violeta"

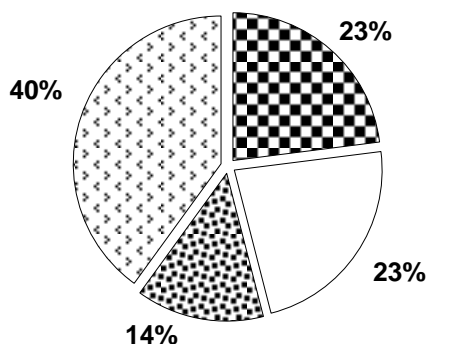
Valores con la letras distintas, difieren significativamente (Duncan $P < 0.05$)

En el presente ensayo, con los valores de % de materia seca para el corte 2, el rendimiento medio de 3487 kg/ha debe ser considerado relativamente importante ya que es reflejo de un proceso de lignificación que reduce la palatabilidad del forraje producido.

Proporción de la producción por corte

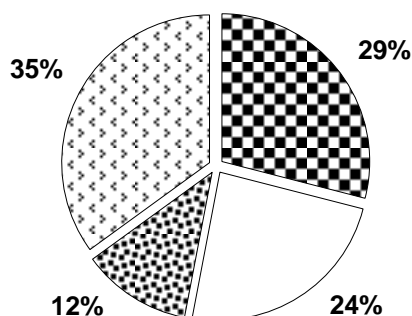
La Figura 3 muestra la distribución de la producción en función a los cuatro cortes realizados, para cada una de las entradas evaluadas.

Es evidente que la mayor proporción productiva se presentó en el mes de febrero de 2012 (corte 4) en las cuatro entradas, promediando un 36%, seguida por la producción en el mes de marzo de 2011 (corte 1) con 28% en promedio, julio con 23% promedio (corte 2) y la menor proporción productiva promedia, en el corte 3 (noviembre de 2011), con solo un 13% promedio para las cuatro entradas. Destaca la proporción productiva del corte 4 (febrero 2012) en el ecotipo *Aguas Calientes*, que supera a la proporción productiva de la variedad *CIF* en el mismo corte.



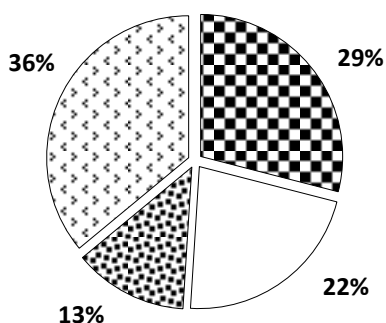
■ Corte 1 □ Corte 2 ■ Corte 3 □ Corte 4

Ecotipo Challapata



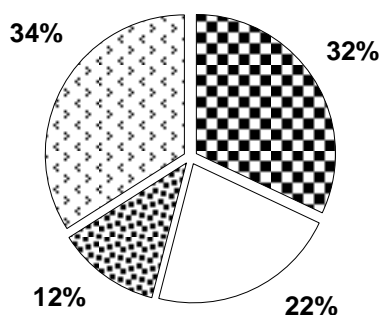
■ Corte 1 □ Corte 2 ■ Corte 3 □ Corte 4

Ecotipo Condoriri



■ Corte 1 □ Corte 2 ■ Corte 3 □ Corte 4

Ecotipo Aguas Calientes



■ Corte 1 □ Corte 2 ■ Corte 3 □ Corte 4

Variedad CIF

Figura 3. Distribución porcentual de la producción forrajera para cuatro cortes sucesivos en cuatro entradas de pasto llorón evaluadas en el CIF "La Violeta entre marzo de 2011 y febrero de 2012

Conclusiones

- Los niveles productivos en forraje, de los ecotipos locales de *Eragrostis curvula*, salvo del primer corte, son similares a los niveles de la variedad comercial actualmente vigente en el país, siendo el ecotipo *Aguas Calientes* el que más destaca, con una producción muy similar -numéricamente- a la variedad CIF, a lo largo de los cuatro cortes evaluados.
- El ecotipo Condoriri es el que numéricamente, presentó un menor nivel productivo, sin diferencias significativas frente al resto de los ecotipos y variedad evaluados.
- En condiciones del Valle Central de Cochabamba, la lignificación del pasto llorón se presenta de manera acelerada como respuesta a condiciones de baja precipitación y temperatura, llegando a valores mayores a 60% de

materia seca, en el mes de julio, es decir en plena época invernal.

- Si bien la variedad comercial supera numéricamente a los ecotipos en producción de forraje, el germoplasma local es de gran importancia por el grado de adaptación a condiciones de las zonas altas del país, con lo cual se constituyen en la base para programas de fitomejoramiento de esta gramínea forrajera de gran relevancia para la ganadería alto andina, especialmente.
- La variedad comercial *CIF*, demostró su plena vigencia al ser la más productiva (sin diferencias significativas con los ecotipos), lo cual muestra la importancia del trabajo de fitomejoramiento, en la generación de variedades mejoradas de especies nativas, y en este caso naturalizadas, como es el caso de *Eragrostis curvula*.

Referencias citadas

- Barja G. 1970. Análisis de los programas de pastos y forrajes en Bolivia. Boletín experimental nro. 38. MACA. La Paz, Bolivia. 12 p.
- Barrientos E., Veizaga F., Gutiérrez F. 2018. Acciones contra la desertificación del Altiplano Sur de Bolivia: Praderas y pasturas para ganadería alto andina. Policy Brief No. 2. Agricultura para Zonas Áridas y Semiáridas (APZAS). FCAN-UTO, Oruro, Bolivia.
- Bayá C. 1977. Importancia del pasto llorón (*Eragrostis curvula*) como elemento de incrementación en la producción de carne vacuna. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 88 p.
- 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 Praten-ses"). Cochabamba, Bolivia. 12 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.
- Cronquist A. 1981. Integrated System of classification of flowering Plants. Columbia Univ. Press. Nueva York, USA. 1262 p.
- Mendieta H. 1972. Resultados de las investigaciones en pastos y forrajes de los años 1968-1971 en la Estación Experimental de Patacamaya. En: III Reunión Nacional de Pastos y Forrajes. ABOPA. La Paz, Bolivia. p. 7-16.
- Mendieta H. 1979. Respuesta del pasto llorón (*Eragrostis curvula*) a la fertilización y riego en el Altiplano Central. En: VI Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y IV Reunión Nacional e Ganadería. ABOPA. Trinidad, Beni, Bolivia. p. 139-147.
- Piparola S., Segonds S., Milano F. 2018. Herramientas de manejo en campos de la zona sud este del Caldenal. Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Tandil, Argentina. 48 p.
- Prieto C., Alzérreca H. 2006. Evaluación preliminar de forrajeras introducidas de la Red de Pastizales Andinos (RE-PAAN). En: CANAPAS y pasturas de los Andes de Bolivia. REPAAN - IBTA - CIF. (1 disco compacto).
- Zappacosta D. 2009. Contribución al conocimiento de la taxonomía y del modo reproductivo del pasto llorón *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees. Tesis de Doctorado en Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. 160 p.