

Evaluación del comportamiento y rendimiento de cultivares de alfalfa, con relación a la precipitación en el Fundo Universitario "La Violeta"

Nilo Achá Molina; Edson Camacho Marquez

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

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

Resumen. El ensayo se realizó en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", ubicado en el Municipio de Tiquipaya (Cochabamba), con el objetivo de evaluar el comportamiento y rendimiento de materia seca de diez variedades de alfalfa: *Ranger CIF*, *Valador*, *Criolla*, *Cóndor*, *Chaná*, *Bolivia 2000*, *Gilboa*, *Nomad USA*, *UMSS 2001* y *Ranger USA*. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los cortes se realizaron en promedio cada 48 días. Los resultados indicaron que el rendimiento de materia seca mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades para el primer año y el segundo año por corte, siendo el valor promedio de 2202 kg MS/ha. Las variedades presentaron marcadas diferencias en cuanto al comportamiento frente a factores estacionales, que a su vez condicionaron los rendimientos de los cultivares. Algunas variedades presentaron valores similares de rendimiento, sin embargo, las variedades *Gilboa* y *Cóndor*, fueron las que produjeron en media los mayores rendimientos de materia seca por año: 2974 y 2867 kg MS/ha. Para la producción de materia seca acumulada, las variedades que obtuvieron mayores rendimientos fueron *Cóndor* y *Gilboa*, con 44660 y 43192 kg MS/ha, respectivamente.

Palabras clave: *Medicago sativa*; Rendimiento de materia seca; Rendimiento de materia verde.

Abstract: Evaluation of the behavior and yield of alfalfa cultivars, in relation to rainfall in the "La Violeta" University Fund. The trial was carried out at the "La Violeta" Forage Research Center, located in the Municipality of Tiquipaya (Cochabamba), with the aim of evaluating the behavior and dry matter yield of ten varieties of alfalfa: *Ranger CIF*, *Valador*, *Criolla*, *Cóndor*, *Chaná*, *Bolivia 2000*, *Gilboa*, *Nomad USA*, *UMSS 2001* and *Ranger USA*. A randomized block design with three replications was used. The cuts were made on average every 48 days. The results indicated that the dry matter yield showed significant differences ($P < 0.05$) between the varieties for the first year and the second year per cut, with an average value of 2202 kg DM/ha. The varieties presented marked differences in terms of behavior against seasonal factors, which in turn conditioned the yields of the cultivars. Some varieties presented similar yield values, however, the *Gilboa* and *Cóndor* varieties were the ones that produced the highest average dry matter yields per year: 2974 and 2867 kg DM/ha. For the production of accumulated dry matter, the varieties that obtained the highest yields were *Cóndor* and *Gilboa*, with 44,660 and 43,192 kg DM/ha, respectively.

Keywords: *Medicago sativa*; Dry matter yield; Green matter yield.

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa*), es la principal especie forrajera en la zona andina y valles de Bolivia, la importante difusión de este cultivo, se debe a la cantidad, calidad y palatabilidad del forraje que proporciona y la capacidad de crecer en un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas.

Esta especie se aprovecha mejor mediante cortes en el momento adecuado, respetando la fisiología del cultivo; además cumple un rol fundamental en el sostenimiento de la estructura y fertilidad nitrogenada de los suelos en los que crece.

El crecimiento de la alfalfa tiene características particulares, conocerlas es de vital importancia para su correcta utilización, por ello es necesario considerar los patrones de crecimiento que definen la cantidad y calidad del forraje producido, preservando la principal virtud del cultivo que es su "perennidad".

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento, rendimiento y tasa de crecimiento de las diferentes variedades de alfalfa, con relación a la precipitación en el Fundo Universitario "La Violeta" del departamento de Cochabamba.

Materiales y métodos

Este ensayo se realizó en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", ubicado en el Municipio de Tiquipaya, a una altitud de 2614 msnm, con una temperatura promedio de 16°C y una precipitación anual de 544 mm/año.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos empleados fueron diez variedades de alfalfa:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| ⇒ <i>Ranger CIF</i> | ⇒ <i>Valador</i> |
| ⇒ <i>Criolla</i> | ⇒ <i>Cóndor</i> |
| ⇒ <i>Chaná</i> | ⇒ <i>Bolivia 2000</i> |
| ⇒ <i>Gilboa</i> | ⇒ <i>Nomad USA</i> |
| ⇒ <i>UMSS 2001</i> | ⇒ <i>Ranger USA</i> |

La siembra fue realizada manualmente, a chorro continuo, en surcos a una distancia de 0.20 m. El tamaño de cada parcela fue de 10 m² (5 m * 2 m). A los tres meses de establecida la parcela, se realizó un primer corte de uniformización. Además, se realizaron controles de malezas en forma manual. Los muestreos se efectuaron en promedio cada 48 días, para que coincidieran con el inicio de la floración, realizándose 8 cortes el 1 año (2010) y 5 cortes el segundo año (2011), a una altura a 5 cm con respecto al suelo.

El área de corte para evaluación fue de 8 m². Todo el forraje verde obtenido, se pesó y luego se tomó una sub muestra de 150 gramos y se colocó en un horno hasta obtener peso constante, para estimar el rendimiento de materia seca.

La tasa de crecimiento mensual se determinó en base la diferencia entre cortes ajustando el valor al número de días de cada mes. Este parámetro fue expresado en kg MS/ha/día.

Los resultados obtenidos de las variables evaluadas, se sometieron a un análisis de varianza y prueba de Rango Múltiple de Duncan. Para estimar el efecto de la época de lluvia y de sequía en el crecimiento, se consideraron los quince cortes realizados, ajustando la producción diaria para evitar las posibles diferencias ocasionadas por distintos intervalos entre corte.

Resultados y discusión

Rendimiento en materia seca

En la primera temporada del ensayo se realizaron 8 cortes, entre enero y diciembre del año 2010. El Cuadro 1 muestra los resultados por corte de las 8 fechas y la sumatoria de ellos, además, se puede observar que las variedades Gilboa y Cóndor, presentan en promedio una alta productividad.

La mayor producción anual corresponde a la variedad Gilboa, con rendimientos totales superiores a las variedades Ranger USA y Nomad USA, existiendo diferencias con las otras variedades.

El Cuadro 2 muestra que las variedades Cóndor y Valador presentan los mayores rendimientos. La mayor producción anual corresponde a la variedad Cóndor, con rendimientos totales superiores a las variedades Ranger USA y Nomad USA, existiendo diferencias con las otras variedades.

Cuadro 1. Producción de materia seca (en kg/ha) de las variedades de alfalfa durante el año 2010

Variedades	Rendimiento en base seca (kg/ha)								Total	Promedio
	C1 16/01	C2 09/03	C3 12/04	C4 03/06	C5 11/08	C6 23/09	C7 29/10	C8 16/12		
Gilboa	3033	2522	2005	2156	2622	3528	3853	4732	24451	3056
Cóndor	3091	2629	2080	1928	2691	3517	3591	4694	24222	3028
Ranger CIF	3514	3162	1948	1630	1981	3618	3386	4469	23709	2964
Valador	3003	2457	1754	1884	2324	3291	3443	4418	22574	2822
Criolla	3447	3090	2103	1736	2257	3093	2808	3833	22368	2796
Chaná	3429	3151	1983	867	1915	3210	2953	3863	21371	2671
UMSS 2001	2996	2815	1879	1540	1849	3005	3005	3905	20993	2624
Bolivia 2000	2282	2648	1954	1459	2119	3168	2890	3949	20470	2559
Ranger USA	1837	1798	1047	nd	nd	nd	nd	2500	7182	898
Nomad Usa	1940	1867	846	121	nd	nd	nd	2202	6976	872
Total	28572	26140	17601	13322	17759	26428	25929	38564	194316	24289
Promedio	2857	2614	1760	1332	1776	2643	2593	3856	19432	2429

nd: Sin dato

Cuadro 2. Producción de materia seca (en kg/ha) de las variedades de alfalfa durante el año 2011

Variedades	Rendimiento en base seca (kg/ha)							Total	Pro-medio
	C9 19/01	C10 04/03	C11 19/04	C12 27/06	C13 24/08	C14 06/10	C15 11/12		
Cóndor	4117	3100	1917	2393	2721	3616	2574	20438	2920
Valador	4065	3003	1498	1820	2370	3386	2922	19064	2723
Gilboa	4169	3003	2053	2294	2579	2472	2171	18741	2677
UMSS 2001	3558	2913	1388	1428	1564	2887	2436	16174	2311
Ranger CIF	3909	2843	1092	841	1142	2791	3215	15833	2262
Criolla	3386	3233	1237	1242	1607	2897	2023	15625	2232
Bolivia 2000	3581	2794	1352	1385	1795	1977	1614	14498	2071
Chaná	3580	3043	1168	1155	1508	1232	1141	12827	1832
Ranger USA	nd	2356	487	nd	nd	nd	nd	2843	406
Nomad USA	nd	2056	nd	191	nd	nd	nd	2247	321
Total	30365	28344	12192	12748	15285	21259	18096	138289	19756
Promedio	3036	2834	1219	1275	1528	2126	1810	13828	1975

La Figura 1 muestra los rendimientos de materia seca por año y acumulada, donde se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades para el primer y segundo año.

Al evaluar cada cultivar en forma individual se encontró que éstos se comportan en forma diferente según los años.

La media general de rendimiento de materia seca, para el primer año, alcanzó a 19432 kg/ha/año y para el segundo año alcanzó a 13828 kg/ha/año, en base seca.

Las variedades que obtuvieron mayor producción para el primer año, fueron Gilboa y Cóndor, con valores de 24451 y 24222 kg/ha, para el segundo año la variedad Cóndor reportó 20438 kg/ha seguida de Valador, con 19064 kg/ha. Las variedades Nomad USA y Ranger USA tuvieron la menor producción acumulada, así para el primer año se tuvo 7182 y 6976 kg/ha y para el segundo año 2843 y 2246 kg/ha, respectivamente.

Para el rendimiento acumulado, las variedades que presentaron mayor producción fueron Cóndor y Gilboa, con 44660 y 43192 kg/ha, respectivamente, en base seca.

En la Figura 2, se muestran los rendimientos de materia seca promedio para cada variedad, por corte, en los dos años de estudio. La media general fue de 2202 kg/ha (por corte), siendo las de mayor rendimiento las variedades Cóndor con 2974 kg/ha y Gilboa con 2867 kg/ha. Los menores valores se obtuvieron con la variedad Ranger USA con 652 kg MS/ha y Nomad USA con 597 kg MS/ha.

Según el análisis de varianza, se tuvo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades, para el primer y segundo año de evaluación. De acuerdo a la prueba de Duncan, en el primer año se encontró que el grupo Gilboa, Cóndor, Ranger CIF, Valador, Criolla, UMSS 2001, Bolivia 2000 fueron las de mayor rendimiento, mientras que las menos productivas fueron Ranger USA y la Nomad USA.

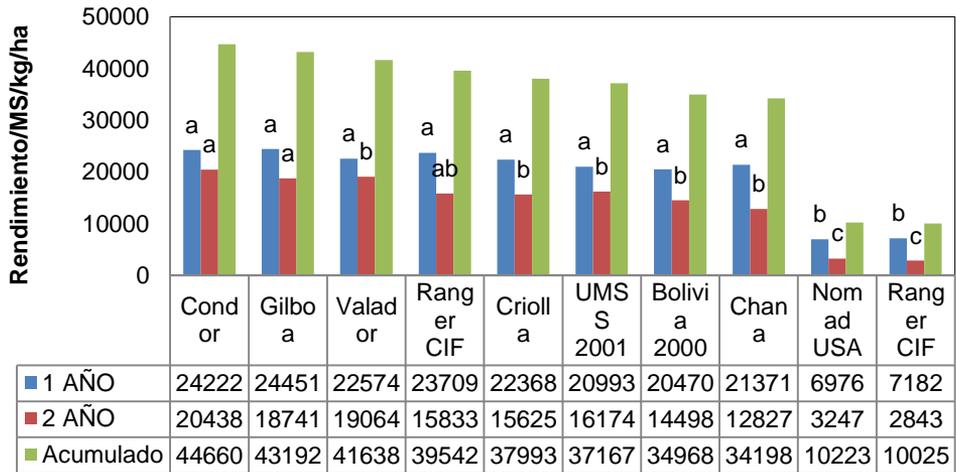


Figura 1. Producción anual y acumulada de materia seca por corte (kg MS/ha) de variedades de alfalfa

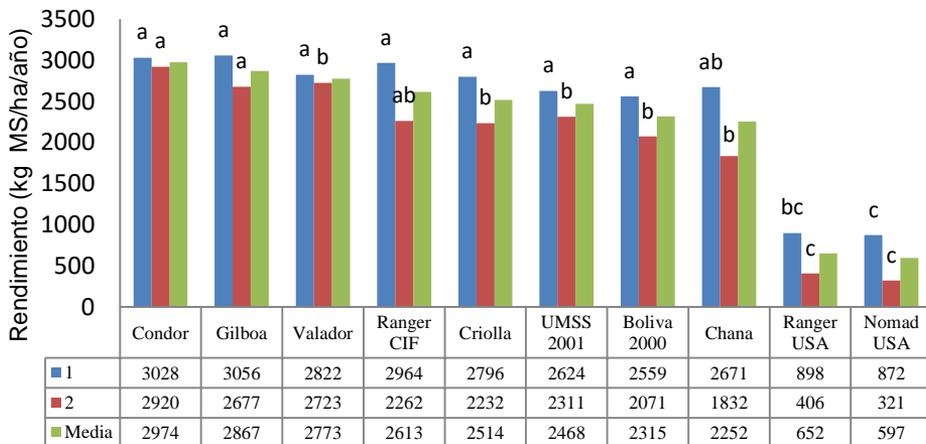


Figura 2. Producción de materia seca por corte (kg/ha) de diez variedades de alfalfa

Tasa de crecimiento

En la Figura 3 se observa la tasa de crecimiento en materia seca, durante el período de lluvia y sequía. Se encontró una tendencia casi constante en todas las variedades, con producciones mayores en los periodos lluviosos, con un promedio de 56 kg/ha/día y una diferencia de 10 kg/ha/día, con respecto a los cortes realizados en época seca.

Esto es explicable, ya que el rendimiento potencial de la alfalfa se logra cuando la disponibilidad de agua para el cultivo es suficiente. Además, la alfalfa tiene un elevado consumo de agua que varía, tanto diaria como estacionalmente, de acuerdo a la demanda evaporativa de la atmósfera y al estado fenológico del cultivo.

La variedad de mayor crecimiento fue Gilboa, con 66 kg/ha/día y la de menor desarrollo fue Nomad USA, con 26 kg/ha/día, en base seca.

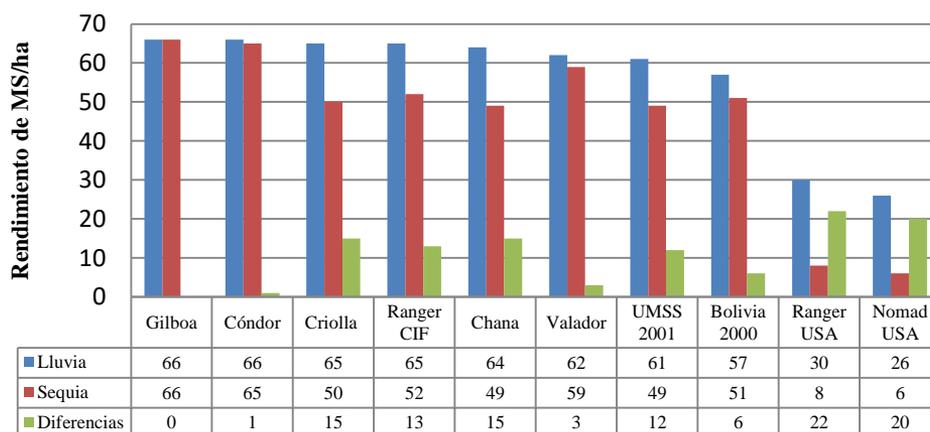


Figura 3. Tasa de crecimiento (kg/ha/día) en base seca, según la época del año en diez variedades de alfalfa

Con relación a la época seca, la tasa de crecimiento no fue similar en todas las variedades, alcanzando una tasa de crecimiento promedio de 46 kg/ha/día en materia seca.

Es importante hacer notar que la variedad Gilboa tuvo un similar comportamiento para las dos épocas. La variedad Ranger USA presentó un bajo rendimiento, con 8 kg/ha/día, mientras que Nomad USA alcanzó tan solo 6 kg/ha/día, en base seca.

Estos resultados muestran la variabilidad que tienen las variedades en cuanto a la respuesta a factores estacionales.

Efecto de la precipitación sobre el rendimiento en materia seca

En la Figura 4, se observa el efecto de la precipitación sobre el rendimiento de forraje en alfalfa, notándose que existe una relación entre estas variables y las mismas coinciden con el crecimiento de la alfalfa.

En los cortes, 4, 11 y 12 hubo una tendencia, en la cual, los rendimientos fue-

ron menores después del periodo de altas precipitaciones. Esto se atribuye a factores ambientales que influyen en el rendimiento de materia seca. Según Douglas (1981), los factores determinantes en el patrón de crecimiento de esta especie, son la temperatura y la radiación. En cambio, Bauder *et al.*, (1978) menciona que la producción de alfalfa depende principalmente de la humedad del suelo, encontrando una relación positiva entre el rendimiento de la especie y la disponibilidad de agua, esta dependencia es aducida a su alta tasa de transpiración.

También se puede notar en la misma figura, que a partir del cuarto corte (realizado en junio), existe un incremento de rendimiento en los cortes 5, 6 y 7 que corresponde a los meses de agosto, septiembre y octubre. Este incremento podría atribuirse a que las variedades estudiadas no presentan latencia y por lo tanto no detuvieron su crecimiento en el periodo de bajas temperaturas, sin embargo crecieron a un ritmo menor, lo que les permitió un ahorro de carbohidratos en las raíces para iniciar su crecimiento en los meses siguientes con mejores condiciones ambientales.

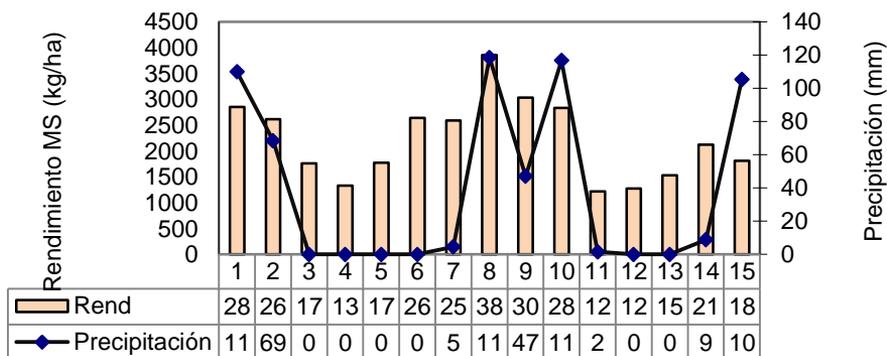


Figura 4. Efecto de la precipitación sobre el rendimiento de la alfalfa

Conclusiones

- A partir de lo evaluado se puede concluir que el ambiente tiene una gran influencia en la producción forrajera de alfalfa y que los cultivares tienen un comportamiento diferente según las épocas en las cuales se los utiliza.
- El rendimiento promedio de materia seca por corte, en los dos años, alcanzó más de 2000 kg/ha, en base seca.
- Algunas variedades presentaron valores similares de rendimiento, sin embargo, las variedades Gilboa y Cóndor, fueron las que produjeron -en promedio- los mayores rendimientos de materia seca por año, llegando a 2867 y 2974 kg/ha, respectivamente. Para la producción acumulada de materia seca, las variedades que obtuvieron mayores rendimientos fueron Cóndor con 44660 y Gilboa 43192 kg MS/ha, respectivamente.
- Las mayores tasas de crecimiento según las épocas del año (lluvia y sequía) las obtuvieron las variedades Gilboa (66–66 kg/ha/día) y Cóndor (66-65 kg/ha/día), y la menor tasa se presentó en la variedad Nomad USA, con 26-6 kg/ha/día. El promedio de

crecimiento en ambas épocas, alcanzó a 56 kg/ha/día para la época lluviosa y 46 kg/ha/día, para la época seca.

Referencias citadas

- Alarcon Z., Bummer E. 2007. A candidate gene-marker approach to improve cold hardiness in alfalfa (*Medicago sativa*). Arch. Latinoam. Prod. Anim. 15(2):70-73.
- Alarcon Z., Scott P., Moore K., Luth D., Bummer E. 2004. Quantitative trait locus mapping of winter hardiness metabolites in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa*). In: Hopkins et al (Eds.) Molecular breeding of forages. Developments in Plant Breeding. Vol. 11:97-104.
- Bauder J. Baver A., Ramírez J., Cassel D. 1978. Alfalfa water use and production on dry land and irrigation sandy loam. Agronomy Journal 70:95-99.
- Cáceres, A.1997. Estudios de caracterización y salinidad de suelos en el Fundo "La Violeta. Tesis de grado Ing. FCAP-UMSS Cochabamba, Bolivia. 72 p.
- Douglas, J. 1981. The production and utilization of lucerne in New Zealand. Grass and Forage Science. 41:81-127.