

Factores de establecimiento y producción en alfalfa: Cultivares, riego y fósforo en el altiplano de Bolivia (1997 - 2003)

Ruddy Meneses ¹

Introducción

Este trabajo se realizó en un total de tres localidades del altiplano (Condoriri, Huayrocondo y Patacamaya) y una en Cochabamba (“La Violeta”). El presente resumen solo considera la localidad de Condoriri en especial y de Huayrocondo y Patacamaya como información puntual de resultados. Para la localidad de “La Violeta” referir al trabajo de Humerez, M. y Campos, H. en esta misma publicación.

Las parcelas fueron sembradas a fines del año 1997 e inicios de 1998. Este trabajo fue motivo de tesis de grado de licenciatura en ingeniería agronómica para egresados de las universidades públicas de La Paz y Cochabamba.

El delineamiento de los trabajos fue fruto del aporte de técnicos de las instituciones involucradas directamente en un convenio entre el PDLA, CIF y SEFO, con la participación del personal del Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-WAU) en calidad de cooperación y del Proyecto AgroLeg (CIAT-CIF-CIFP-SEFO) en su última fase.

Las instituciones involucradas, a más de las directamente relacionadas con el convenio, fueron el Centro Experimental Agropecuario Condoriri de la Universidad Técnica de Oruro; la Estación Experimental de Patacamaya del entonces Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y el Centro Huayrocondo en Batallas.

El trabajo fue ejecutado en campo, en diferentes fases, por las siguientes personas: Sr. Moisés Felipez, Sr. Hernán Campos (ambos egresados de la FCAP-UMSS), Valentín Atahuachi (egresado de la UMSA) y Ruddy Meneses (Coordinador del Proyecto Rhizobiología, 1994-2000 y del Proyecto AgroLeg, 2001-2002).

En este ensayo se incluyeron dos variedades generadas por los trabajos del convenio CIF-REPAAN-IBTA, estas son “Altiplano” y “REPAAN”.

Metodología

El ensayo consistió en evaluar la producción potencial de once cultivares de alfalfa bajo riego y aplicación de fertilización fosforada. La densidad de siembra para todos los cultivares fue de 25 kg/ha. Los factores fueron:

- Factor A: Riego; dos niveles, con o sin riego
Factor B: Fósforo; dos niveles, 0 y 20 kg P/ha (equivalente a 100 kg de 00-46-00/ha).

¹ Investigador CIF-UMSS.

Factor C: 11 cultivares de alfalfa (actualmente comercializados por SEFO y/o en fase de investigación en el CIF):

Valador	Riviera	Bolivia 2000
UMSS 2001	Altiplano	Africana
Ranger	Moapa	Tamborada
REPAAN	Pampaflor	

Los cultivares Valador, UMSS 2001, Riviera, Moapa, Bolivia 2000, Africana y Tamborada son comercializados por SEFO; los cultivares REPAAN y Altiplano están en fases avanzadas de selección por el CIF; Ranger y Pampaflor se consiguieron en mercados locales pero como semilla sin certificación.

El análisis se basó en un factorial de $2 \times 2 \times 11$, con 3 repeticiones en cada una de las tres localidades consideradas.

Resultados

En Condoriri, el sitio del ensayo se ubica a los pies de una colina que se ubica al norte de la parcela experimental, esta colina de alguna manera creó un microclima favorable para el desarrollo de la alfalfa, esto sumado a la libre e irrestricta disponibilidad de riego que ayudó sobremanera para que la leguminosa exprese su potencial casi al máximo para esas condiciones. En cuanto al clima, los años de estudio estuvieron dentro el promedio, salvo algunos efectos colaterales del “Fenómeno del Niño”. Esta variación propia de estos ambientes es el reflejo de una buena parte del altiplano.

El ensayo en el CEAC se sembró en enero de 1998. Este reporte abarca dos periodos, separados en el tiempo por un ciclo agrícola completo en el que no se evaluó el ensayo (ciclo 2001-2002):

Fase 1 Desde el inicio de los cortes productivos (noviembre de 1998) hasta febrero de 2001, con un total de 7 cortes productivos a lo largo de tres ciclos continuos (1997-1998; 1998-1999 y 1999-2000) y uno discontinuo (solo un corte en el ciclo 2000-2001).

Fase 2 Primer corte productivo del ciclo 2002-2003.

Vale aclarar en este punto que el primer ciclo (1997/98) constituyó la fase inicial de implantación del cultivo, pasado el invierno de 1998 se inició la fase de establecimiento (para el altiplano ya productiva), la cual abarcó el periodo 1998/1999 y 1999/2000, concluyendo con el inicio del invierno de 2000. Para información más detallada de cada uno de los cortes, otras variables e información complementaria, y resultados en otras localidades donde se replicó el trabajo (Huayrocondo, Patacamaya y La Violeta) se refiere a los documentos señalados en la parte de Referencias.

Los datos que se obtuvieron deben enmarcarse en un contexto de alto potencial para las condiciones prevalentes del altiplano dadas las óptimas condiciones en el CEAC. El único factor que reportó diferencias significativas fue el factor riego. La diferencia promedio expresada en porcentaje es superior al 80 %. Se evidencia la importancia de los factores agronómicos, en este caso riego, antes que los genéticos. Es así que la prueba de F no mostró diferencias para el factor cultivares y en la prueba de Duncan (al 95 %) todos los cultivares, salvo Riviera, son estadísticamente similares. El factor riego fue determinante para maximizar el rendimiento de la alfalfa. Esta diferencia fue máxima en el sexto corte productivo, en el cual solo se obtuvo la evaluación en el bloque con riego. En el otro bloque (sin riego) el desarrollo era tan escaso que si se evaluaba hubiera representado tan solo debilitar al rebrote de las parcelas (Fase 1).

En cuanto al fósforo, no hubo diferencias significativas. El bajo nivel empleado apenas cubrió los niveles de extracción de la alfalfa ya que un cálculo rápido permite hacer las siguientes estimaciones: Nivel de extracción de P_2O_5 : 6.4 kg/t MS (Undersander *et al.* 1994); con 4232 kg/ha MS (promedio general del ensayo) y dos cortes por año, se estaría extrayendo un total de 24 kg de fósforo elemental, es decir se estaría en un déficit cuando los rendimientos son altos y si hay más de dos cortes (parcelas con riego).

Para la Fase 2 ya no se realizó la fertilización fosforada (desde el ciclo 2000-2001) por lo que no se considera este factor, asimismo tampoco se considera el factor riego ya que todo el ensayo fue regado de manera general, o en su defecto todo el ensayo solo produjo con la precipitación caída en los respectivos años.

Fase 1: De noviembre de 1998 a febrero de 2001

Cuadro 1. Efecto del riego en la producción de materia seca acumulada (kg/ha) en once cultivares de alfalfa en CEAC (7 cortes en bloque con riego y 6 cortes en el bloque sin riego).

Cultivar	+ Riego	- Riego	Diferencia (%)
Africana	37430	19773	89.3
Altiplano	36185	20627	75.4
Bolivia 2000	33732	20523	64.4
Moapa	35762	19708	81.4
Pampaflor	35831	19912	79.9
Ranger	38648	19224	101.0
REPAAN	38328	19835	93.2
Riviera	33472	17959	86.4
Tamborada	35807	20997	70.5
UMSS 2001	36668	20478	79.1
Valador	37244	21236	75.4
Promedio	36283	20025	81.4

Cuadro 2. Efecto del riego en el rendimiento promedio por corte en kg/ha de materia seca para 11 cultivares de alfalfa, en el CEAC (1998 -2001).

Cultivar	+ Riego	- Riego	Diferencia (%)
Africana	5347	2824	89.3
Altiplano	5169	2946	75.4
Bolivia 2000	4818	2946	63.6
Moapa	5108	2815	81.4
Pampaflor	5118	2844	79.9
Ranger	5521	2746	101.0
REPAAN	5475	2833	93.2
Riviera	4782	2565	86.4
Tamborada	5115	2999	70.5
UMSS 2001	5238	2925	79.1
Valador	5320	3033	75.4
Promedio	5183	2861	81.4

A manera de información complementaria, el cuadro 3 presenta información fenotípica de los once cultivares en las tres localidades consideradas en el altiplano de Oruro y la Paz. Para estos datos solo se considera estadística descriptiva y no inferencial.

Cuadro 3. Valores observados para dos características fenotípicas en once cultivares de alfalfa en tres localidades del altiplano.

Cultivares	Diámetro de la base de la corona (mm)				Relación hoja/tallo en base seca		
	Condoriri	Huayrocondo	Patacamaya	Promedio	Condoriri	Huayrocondo	Promedio
Valador	5.04	4.09	5.22	4.78	0.86	1.35	1.10
UMSS 2001	5.41	4.25	6.05	5.24	0.80	1.18	0.99
Ranger	4.29	4.22	4.71	4.41	0.89	1.58	1.23
REPAAN	5.02	3.89	5.29	4.74	0.99	1.25	1.12
Riviera	4.23	4.23	5.68	4.71	0.97	1.17	1.07
Altiplano	4.93	4.07	5.03	4.68	0.89	1.17	1.03
Moapa	4.90	4.16	5.98	5.02	0.96	1.23	1.09
Pampaflor	5.16	4.01	4.99	4.72	0.89	1.43	1.16
Bolivia 2000	4.94	4.13	5.51	4.86	0.84	1.25	1.05
Africana	5.66	4.30	6.21	5.39	0.90	1.43	1.16
Tamborada	5.11	4.11	6.05	5.09	0.79	1.43	1.11
Promedio	4.97	4.13	5.52	4.88	0.89	1.31	1.10

Otra medición que se realizó fue la determinación de la población por unidad de superficie. Las diferencias fueron notorias entre los tres sitios y son el reflejo de las condiciones de cada uno de ellos. Así se tuvo, en Patacamaya: 76, en Huayrocondo 271 y en Condoriri 429 plantas/m². La densidad utilizada de 25 kg/ha de semilla, lo que representa un potencial de aproximadamente 1000 semillas/m², esto implica la dificultad de establecimiento de semillas pequeñas pero a la vez pone de manifiesto la capacidad de la especie para sobreponerse a condiciones adversas y compensar con macollamiento la pérdida de plántulas. En Patacamaya y Huayrocondo se evaluó

el número de hojas por tallo, no hubo grandes diferencias entre cultivares y se llegó a un promedio de 25 hojas/tallo.

Fase 2 (ciclo 2002 - 2003)

Esta fase implica una evaluación al quinto año de la siembra del ensayo; esto es particularmente interesante en términos de ver la precocidad de los diferentes cultivares, por otra parte, el ensayo dejó de ser evaluado un periodo agrícola entero (de febrero de 2001 a febrero de 2002) fase en la cual entró en fase de utilización para proveer forraje al hato lechero del CEAC.

La evaluación de un corte en el año 2003, mostró que no había diferencias significativas entre variedades, tampoco para el factor riego (Figura 1). El rendimiento promedio de todo el ensayo para este corte fue de 3954 kg/ha. Se evidencia que al quinto año, el germoplasma manejado por el CIF y SEFO mantiene su persistencia dentro de parámetros productivos elevados, comparables a la variedad Ranger de tanta difusión en la zona altiplánica. A manera de ilustración la Figura 2 muestra el comportamiento de la variedad Valador (una de las que sobresalió numéricamente en términos de producción de materia seca) comparada con la variedad Ranger, variedad muy conocida y de gran tradición en el altiplano.

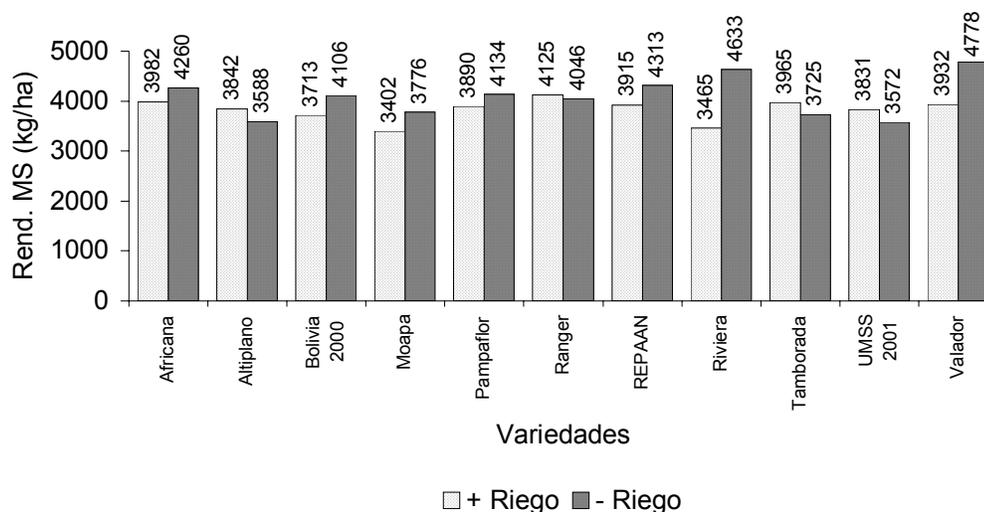


Figura 1. Rendimiento de 11 variedades de alfalfa en el CEAC a cinco años de la siembra (fecha de siembra: enero de 1998; fecha de esta evaluación: febrero de 2003).

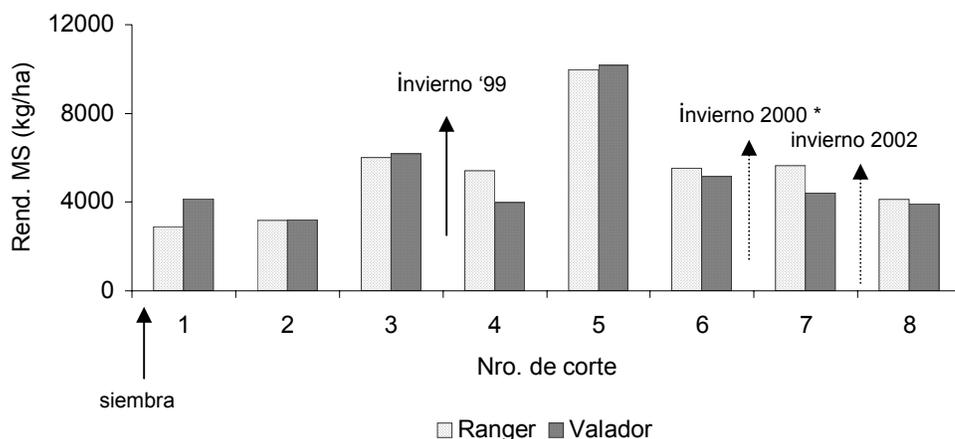


Figura 2. Comportamiento productivo de 4 variedades de alfalfa en cinco años de producción en el CEAC (7 cortes del bloque con riego).

* La flecha punteada indica que las evaluaciones no fueron sucesivas ya que no se realizaron evaluaciones completas en los ciclos 2001-2002 y 2002-2003.

Por la importancia del trabajo, en términos de permanencia de evaluación (5 años), se puede hacer las siguientes consideraciones, en función a los dos ensayos en su contexto global:

- El potencial de la alfalfa en especial y de la zona altiplánica en general, para brindar oportunidades de maximizar la producción forrajera y por ende la agropecuaria es evidente.
- Los factores agronómicos brindan mayor posibilidad de trabajo e incremento de productividad que los factores genéticos, específicamente hablando del cultivo de alfalfa. Es así que con solamente riego, se puede tener mucho más impacto que con la liberación de nuevos cultivares. A la fecha el CIF ha generado suficiente germoplasma con amplio rango de adaptación.
- Si algún cultivar sobresale de los once evaluados -hasta ahora- debe mencionarse al cv. Valador cuya precocidad y producción fue consistentemente destacable. Mantuvo regularidad en los diferentes cortes y en las tres localidades consideradas.
- No se tuvo respuesta al fósforo debido -entre otras razones- al bajo nivel empleado, el mismo que solo cubrió casi exactamente lo extraído por la leguminosa vía forraje. Una opción sería incrementar el nivel pero se tropieza con problemas a nivel económico-social.
- El presente trabajo y los esfuerzos puestos en el deben dar base para continuar con el ensayo y sus respectivas evaluaciones, durante un periodo mínimo de diez años más. Solo así se tendrá certeza en cuanto a uno de los factores más importantes en especies pratenses tal como es la persistencia.
- Se recomienda que este tipo de ensayos deben replicarse en condiciones y manejo de agricultores. Si una falencia tuvo el presente trabajo es que se limitó a desenvolverse en el ámbito de estaciones experimentales, solamente.

A inicios del año 2003, el proyecto AgroLeg (CIAT-CIF-CIFP-SEFO) destinó recursos para SEFO con la finalidad de continuar evaluando estos ensayos por un lapso de unos tres años más. Este impulso servirá para mantener el ritmo de evaluaciones del trabajo, principalmente en el CEAC.

Referencias

CIF - PDLA - SEFO. 2000. Factores de establecimiento y potencial de producción de alfalfa en el altiplano central y norte de Bolivia. Una exploración agronómica. Informe de consultoría 1998-2000 CIF a PDLA. 133 p.

MENESES, R. 2003. Potencial para la producción de alfalfa en el altiplano central y norte de Bolivia. pp. 95-108. **En:** Caro, M. y Meneses, R. (eds.). 2003. Fijación Biológica de Nitrógeno, Producción de Leguminosas y Desarrollo Rural en la Zona Andina de Bolivia. Memoria del taller de conclusión del Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, 29 y 30 de noviembre de 2000. Proyecto AgroLeg. Cochabamba, Bolivia. 128 p.

MENESES, R. y BARRIENTOS, E. 2003. Producción de Forrajes y Leguminosas en el Altiplano Boliviano. Resumen de experiencias en seis años de trabajo entre el Centro Experimental Agropecuario Condiriri e instituciones del Fundo Universitario "La Violeta". Proyecto AgroLeg (CIAT-CIF-CIFP-SEFO). Cochabamba, Bolivia. 276 p.

UNDERSANDER, D., MARTÍN, N., COSGROVE, D., KELLING, K., SCHMITT, M., WEDBERG, J., BECKER, R., GRAU, C., DOLL, J. y RICE, M. 1994. Alfalfa Management Guide. U.S.A. 51 p.



Ensayos en el CEAC, día de campo con productores, estudiantes y técnicos al 4to. año de establecido el ensayo



Vista del ensayo en Patacamaya al tercer año de establecido el ensayo



Vista del ensayo en Huayrocondo al tercer año de establecido el ensayo



Desarrollo precoz del rebrote en la variedad UMSS 2001 (izquierda), frente a uno más lento en el cultivar Ranger (derecha) en el CEAC

Se detalla el croquis de campo del ensayo en el CEAC, el cual actualmente se encuentra en fase de mantenimiento para realizar evaluaciones durante unos cinco años más, por lo menos.

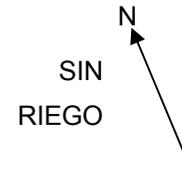
Cultivares, riego y fósforo en alfalfa en el CEAC

Localidad: Condoriri (CEAC).

Fecha de siembra: 27 de enero de 1998.

Densidad de siembra: 25 kg/ha.

+P	-P	+P	-P	-P	+P
A1 B2 C2	A1B1C5	A1B2C1	A1B1C10	A1B1C2	A1B2C8
A1B2C10	A1B1C11	A1B2C10	A1B1C3	A1B1C8	A1B2C1
A1 B2 C8	A1B1C3	A1B2C9	A1B1C11	A1B1C4	A1B2C10
A1B2C11	A1B1C8	A1B2C7	A1B1C4	A1B1C6	A1B2C9
A1B2C3	A1B1C7	A1B2C8	A1B1C7	A1B1C11	A1B2C11
A1B2C4	A1B1C10	A1B2C3	A1B1C2	A1B1C10	A1B2C2
A1B2C9	A1B1C2	A1B2C11	A1B1C9	A1B1C1	A1B2C6
A1B2C6	A1B1C9	A1B2C6	A1B1C5	A1B1C5	A1B2C3
A1B2C1	A1B1C6	A1B2C2	A1B1C1	A1B1C7	A1B2C5
A1B2C5	A1B1C4	A1B2C4	A1B1C6	A1B1C3	A1B2C7
A1B2C7	A1B1C1	A1B2C5	A1B1C8	A1B1C9	A1B2C4



Franja de separación con Bolivia 2000

+P	-P	-P	+P	+P	-P
A2B2C11	A2B1C2	A2B1C7	A2B2C2	A2B2C2	A2B1C5
A2B2C4	A2B1C9	A2B1C6	A2B2C3	A2B2C4	A2B1C1
A2B2C6	A2B1C6	A2B1C8	A2B2C1	A2B2C8	A2B1C8
A2B2C1	A2B1C5	A2B1C4	A2B2C6	A2B2C9	A2B1C10
A2B2C7	A2B1C10	A2B1C3	A2B2C10	A2B2C1	A2B1C7
A2B2C3	A2B1C11	A2B1C10	A2B2C8	A2B2C5	A2B1C3
A2B2C8	A2B1C4	A2B1C2	A2B2C4	A2B2C3	A2B1C2
A2B2C5	A2B1C1	A2B1C1	A2B2C11	A2B2C11	A2B1C11
A2B2C10	A2B1C7	A2B1C5	A2B2C5	A2B2C10	A2B1C6
A2B2C9	A2B1C3	A2B1C9	A2B2C7	A2B2C7	A2B1C9
A2B2C2	A2B1C8	A2B1C11	A2B2C9	A2B2C6	A2B1C4
Rep. I		Rep. II		Rep. III	

CON RIEGO

Número de surcos por unidad experimental: 8
 Largo del surco: 5 m
 Separación entre surcos: 0.2 m

Referencias:

A1= Sin riego
 A2= Con riego

B1= Sin Fósforo
 B2= Con Fósforo

C1= Africana
 C2= Ranger
 C3= Moapa
 C4= Valador
 C5= Tamborada
 C6= REPAAN

C7= Altiplano
 C8= Pampa flor
 C9= Bolivia 2000
 C10= UMSS 2001
 C11= Riviera

Trabajo publicado en:

CIF-PDLA-SEFO. 2000. Factores de establecimiento y potencial de producción de alfalfa en el altiplano central y norte de Bolivia. Una exploración agronómica. Informe de consultoría 1998-2000. CIF a PDLA. 133 p.

Meneses, R. 2003. Potencial para la producción de alfalfa en el altiplano central y norte de Bolivia. pp. 95-108. **En:** Caro, M. y Meneses, R. (eds.). 2003. Fijación Biológica de Nitrógeno, Producción de Leguminosas y Desarrollo Rural en la Zona Andina de Bolivia. Memoria del taller de conclusión del Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, 29 y 30 de noviembre de 2000. Proyecto AgroLeg. Cochabamba, Bolivia. 128 p.

Tesis de grado del Ing. Valentín Atahuachi para la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UMSA. La Paz, Bolivia. 2000 (con datos de Huayrocondo).

Como parte de un artículo científico disponible en:

Meneses, R. y L. Piérola (eds.). 1999. Memorias 5ta. Reunión Boliviana de Rhizobiología y Leguminosas. Sucre 13 al 15 de octubre de 1999. Asociación Boliviana de Rhizobiología y Leguminosas (ABRYL). Cochabamba, Bolivia. pp. 93-97.

Barrientos, E. 2001. Manejo de Praderas y Producción de Forrajes. FCAP-UTO. Oruro, Bolivia. pp. 118-120.

Meneses, R., Torrico, J., Campos, H., Rodríguez, R., Gutiérrez, F. y Delgadillo, J. (eds.). 2002. Memoria XIV Reunión Nacional de ABOPA, "Forrajes y Producción Animal". Tomo 1: Pastos y Forrajes. Cochabamba, 13 al 15 de noviembre de 2002. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". Asociación Boliviana de Producción Animal. Cochabamba, Bolivia. pp. 315-318.